ТЕХНИКА СВЯЗИ ЗА РУБЕЖОМ

621.395
С40

СИСТЕМА ТЕЛЕФОННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ПО ОБЩЕМУ КАНАЛУ (Система ОКС)

621.395
С40

СИСТЕМА ТЕЛЕФОННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ПО ОБЩЕМУ КАНАЛУ (СИСТЕМА ОКС)

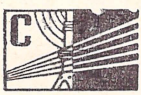
Под редакцией
М. Н. Стоянова

057172

К

Техническая библиотека
Киевский
авиационный завод

621.395



ИЗДАТЕЛЬСТВО «СВЯЗЬ»
МОСКВА 1975

ПЕРЕВІРЕНО

6Ф1
С40
УДК 621.391

Авторы: М. А. ЖАРКОВ, В. Л. МОРЕВ, М. Н. СТОЯНОВ, Э. Э. УРМ, П. А. ЮНАКОВ

С40 **Система** телефонной сигнализации по общему каналу (система ОКС). Под редакцией М. Н. Стоянова. М. «Связь», 1975.

96 с. с ил. (Техника связи за рубежом).
На обороте тит. л. авт.: М. А. Жарков, В. Л. Морев, М. Н. Стоянов и др.

Излагаются основные тенденции развития и приводится описание систем телефонной сигнализации, дается состав и способ обработки сигналов, передаваемых по ОКС, которые рекомендованы МККТТ в системе сигнализации № 6.

Описываются системы сигнализации № 6 в некоторых зарубежных квазиэлектронных системах АТС (DEX-1, DEX-2, «Перикл»).

Брошюра предназначена для инженерно-технических работников, а также для студентов вузов, изучающих квазиэлектронные системы коммутации, и для аспирантов. Она будет также полезна работникам, занятым эксплуатацией АТС.

$\frac{30602-005}{045(01)-75}$ 55—75 6Ф1

© Издательство «Связь», 1975 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга посвящена изложению вопросов, связанных с передачей сигналов управления в современных коммутационных системах, где в качестве управляющих устройств применяются специализированные электронно-вычислительные машины.

При написании книги использованы имеющиеся публикации по данному вопросу как в отечественной, так и в зарубежной печати. Материал книги базируется на рекомендациях Международного консультативного комитета по телефонии и телеграфии (МККТТ). МККТТ рекомендует применять систему телефонной сигнализации по общему и выделенному каналам (система № 6) при установлении автоматического соединения на международных телефонных сетях.

Проведенные исследования показывают, что систему сигнализации по общему каналу наиболее целесообразно использовать в системах автоматической коммутации с программным управлением при помощи специализированных ЭВМ. Нет сомнения в том, что эта система сигнализации как наиболее прогрессивная и экономичная будет внедрена на междугородных и городских телефонных сетях нашей страны.

Книга предназначена для инженерно-технических работников научно-исследовательских и проектных организаций, а также для студентов вузов, изучающих квазиэлектронные системы коммутации, и аспирантов.

Отзывы и замечания по книге следует направлять по адресу: Москва-центр, 101000, Чистопрудный бульвар, 2, издательство «Связь».

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Народное хозяйство страны предъявляет все бóльшие требования к средствам связи. При этом объем передачи различного вида информации по каналам электрической связи из года в год возрастает.

Директивами XXIV съезда КПСС предусмотрено дальнейшее значительное развитие всех видов связи — протяженность каналов междугородной телефонной связи должна увеличиться в 1,9 раза, а емкость телефонных станций в городах и в сельской местности должна возрасти в 1,5 раза. Будут продолжены работы по созданию сети автоматической междугородной телефонной связи.

Если проследить развитие средств автоматизации установления соединения за послевоенный период, то можно четко наметить три периода создания и использования техники автоматической коммутации:

I. В послевоенные годы (1946—1950 гг.) были созданы АТС декадно-шаговой системы и начато их внедрение в эксплуатацию (аппаратура коммутации первого поколения).

II. В конце пятидесятых и начале шестидесятых годов были разработаны автоматические телефонные станции координатной системы и началось их внедрение в эксплуатацию (аппаратура второго поколения).

III. В начале семидесятых годов начата разработка квазиэлектронных и электронных систем коммутации (аппаратура третьего поколения).

К АТС первого поколения относятся: в области городской телефонной связи — АТС-47 и АТС-54; сельской связи — АТС шаговой системы различных емкостей; учрежденческой связи — УАТС шаговой системы и в междугородной связи — АМТС-1М. К АТС второго поколения следует отнести: АТСК для городской связи; АТС К-50/200 и АТС К-100/2000 — для сельской связи и АМТС-2 и АМТС-3 — для междугородной связи. АТС третьего поколения — это квазиэлектронные коммутационные устройства, использующие в цепях коммутации разговорного тракта герметизированные контакты (герконы) и электронное управление при помощи специализированных электронно-вычислительных машин.

При осуществлении соединения сигналы «ответ абонента», «начало вызова», «занятость абонента», «разъединение» и другие телефонные сигналы как внутри станции, так и по каналам связи передаются сигналами взаимодействия между отдельными устройствами АТС. В различных типах АТС применяются различные способы передачи сигналов взаимодействия. Все известные способы передачи по каналам связи сигналов взаимодействия можно разделить на три принципиально различные группы:

1) передача сигналов взаимодействия по разговорным проводам в процессе установления соединения;

2) передача сигналов взаимодействия по специально создаваемому для этого сигнальному каналу, который является дополнением к каждому разговорному каналу;

3) передача сигналов взаимодействия по одному сигнальному каналу, общему для большей группы разговорных каналов или линий.

Общий канал сигнализации (ОКС) может образовываться по физической паре проводов — в условиях городской связи или по стандартному телефонному каналу вч уплотнения. В качестве ОКС могут использоваться также каналы системы передачи с импульсно-кодовой модуляцией.

В АТС декадно-шагового типа и в координатных АТС при использовании их в условиях города или для внутризоновой связи на линиях и каналах применяются как первый, так и второй способы передачи сигнализации. Общий канал сигнализации выгодно применять в коммутационных системах с программным управлением при помощи ЭВМ, т. е. в квазиэлектронных и электронных системах коммутации.

Рассмотрению вопросов передачи сигналов взаимодействия по общему каналу сигнализации посвящена настоящая книга.

Глава 1.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

1.1 Общая часть

Телефонная сигнализация необходима для любой коммутируемой телефонной сети. Система телефонной сигнализации определяется составом передаваемых сигналов и способом их передачи по участкам сети.

Поскольку коммутируемая сеть состоит из телефонных станций, узлов автоматической коммутации и соединяющих их каналов и линий, то система телефонной сигнализации на различных участках сети определяется системой коммутации станций и узлов, а также системой передачи на рассматриваемом участке. В состав сигналов данной системы входят функциональные телефонные сигналы (линейные, сигналы управления соединением) и акустические сигналы.

Функциональные сигналы определяют функционирование коммутационных систем для данной фазы обработки вызовов. Линейные сигналы определяют основные фазы вызовов: занятие (начало вызова), ответ абонента (разговорное состояние), занятость (непрохождение вызова), отбой (отбойное состояние), разъединение (окончание вызова). Сигналы управления соединением передаются в процессе установления соединения, они содержат номер вызываемого абонента. Эти сигнальные сообщения являются основными для процесса коммутации.

Акустические сигналы в виде зуммеров и механических голосов передаются абонентам и телефонисткам, участвующим в соединении, как информация о состоянии соединения.

Способы передачи сигналов между коммутационными станциями и отдельными устройствами станции менялись с совершенствованием построения самих коммутационных станций. Так, например, переход от принципа непосредственного управления приборами искания к принципу косвенного управления с использованием групповых быстродействующих станционных устройств (маркеров) предъявил повышенные требования к скорости передачи телефонных сигналов внутри и между станциями, что явилось

основанием для введения быстродействующего многочастотного способа передачи межрегистровых сигналов.

Развитие системы сигнализации обусловливалось необходимостью: повышения ее надежности, снижения объема и стоимости аппаратуры сигнализации, увеличения количества передаваемых сигналов и скорости их передачи, обеспечения возможности передачи данных непосредственно от абонентских установок через коммутационные станции без воздействия на сигнальные устройства системы телефонной сигнализации.

В настоящее время мы являемся свидетелями значительного обновления принципов построения всей телефонной коммутации. Это связано с тем, что основой разрабатываемых и уже разработанных сейчас в ряде стран коммутационных станций становится специализированная электронно-вычислительная машина (ЭВМ). Использование ЭВМ имеет место в станциях квазиэлектронного типа (КЭАТС) и в станциях интегральной цифровой системы связи (ИЦСС). Вполне естественно, что с переходом к станциям нового типа существенно изменяются также принципы и технические решения построения системы телефонной сигнализации, происходит резкое увеличение скорости обмена в управляющих устройствах, осуществляется концентрация логики и памяти в центральном устройстве.

Таким новым принципом построения системы телефонной сигнализации, органически сочетающимся с использованием в составе коммутационных станций специализированных ЭВМ, и является применение группового или общего канала сигнализации (ОКС).

1.2 Эволюция систем телефонной сигнализации

Чтобы оценить особенности и преимущества группового способа передачи функциональных телефонных сигналов, необходимо рассмотреть предшествовавшие системы сигнализации и проследить основные этапы их эволюции, подготовившие переход к новому принципу организации сигнального канала.

Развитие систем сигнализации можно условно разделить на три периода.

Первый период включает целый ряд разнообразных систем первого поколения, которые объединяет один общий признак — использование для передачи телефонных сигналов индивидуального тракта. Это означает, что при установлении соединения по телефонному каналу относящиеся к этому соединению телефонные сигналы (линейные сигналы и сигналы управления) передаются по тракту, индивидуально закрепленному за данным телефонным каналом.

Таким индивидуальным трактом передачи телефонных сигналов является:

1) сам разговорный канал, занимаемый под устанавливаемое соединение;

2) индивидуальный выделенный сигнальный канал, закрепленный за данным разговорным каналом и лежащий за пределами его частотной полосы.

К первому периоду относятся все системы сигнализации для ручной, полуавтоматической и автоматической коммутации начального периода, когда наибольший удельный вес занимали декадно-шаговые системы коммутации. К этому периоду также относятся системы сигнализации, рекомендованные МККТТ на начальном этапе создания коммутируемой сети для международных связей, начиная с системы № 1 (1934 г.) и до системы № 3 (1958 г.) включительно. Во всех этих системах для передачи как линейных сигналов, так и сигналов управления используется разговорный канал. Соответственно для кодирования телефонных сигналов эти системы используют одну или несколько частот, лежащих в спектре стандартного телефонного канала. Скорость передачи управляющих сигналов около 4—10 бит/с.

К этому периоду относятся разработанная в СССР (1952 г.) аппаратура двухчастотной полуавтоматической междугородной связи с использованием сигнальных частот 1200 и 1600 Гц, различные системы сигнализации для ручной связи (одночастотная 2100 Гц либо модулируемая частотой 20 Гц система 500 или 1000 Гц), а также разработанные на этом этапе системы сигнализации местных и внутриобластных сетей, в большинстве для декадно-шаговых систем коммутации. Станции первого поколения имели сравнительно низкое качество разговорного тракта и ограничивали структуру коммутируемой сети.

Второй период характеризуется использованием телефонных станций координатного типа (второе поколение) с косвенными управляющими устройствами, работающими по жесткой (закрепленной) программе.

Применение косвенных управляющих устройств позволило создать структуру коммутируемой сети с обходными направлениями связи. Введение косвенного управления потребовало увеличения количества передаваемых управляющих сигналов (запросы, подтверждения, повторения отдельных цифр и всего номера, признаки категорийности и т. д.), повышения скорости и достоверности их передачи путем введения комбинационно-контролируемых кодов.

При передаче управляющих сигналов кодированным способом между групповыми станционными устройствами кратковременно (на доли секунды или несколько секунд) образуется тракт для передачи управляющей информации со скоростью около 40—100 бит/с. Для этой цели к индивидуальному тракту, по которому устанавливается соединение, подключаются групповые устройства, между которыми осуществляется обмен сигналами управления. Такое решение позволило сократить объем аппаратуры сигнализации, увеличить скорость установления соединения на телефонной сети, а также повысить достоверность передачи (коэффициент ошибок в среднем 10^{-5} на знак) за счет применения контролируемых кодов.

Разработанные в СССР координатные АТС (1963 г.) имеют си-

стему передачи управляющих сигналов многочастотным кодом по способу «2 из 6» — «челноком». При этом обеспечивается принудительная взаимоконтролируемая смена этих сигналов, т. е. такой режим обмена сигналами между приемным и передающим устройствами, когда запрос на передачу цифры и передача цифры происходят только после распознавания и фиксации каждого из указанных сигналов.

МККТТ в 1954 г. утвердил спецификации систем сигнализации № 4 и № 5 для международной связи. Ниже приводятся в качестве примера основные данные системы № 4, поскольку эта система сегодня применяется на европейских международных связях [1].

В системе сигнализации № 4 для передачи линейных и управляющих (межрегистровых) сигналов используются две частоты — 2040 и 2400 Гц. Распознавание сигналов производится по признаку длительности и по частоте. Линейные сигналы передаются в виде последовательной комбинации двухчастотного префикса длительностью 150±30 мс и одночастотной посылки длительностью 100±20 мс либо 350±70 мс (несколько сигналов не имеет префикса). Межрегистровые сигналы (например, каждая цифра номера вызываемого абонента) передается в виде комбинации из четырех последовательных импульсов, каждый из которых может передаваться частотой 2040 Гц или 2400 Гц. Кодовая последовательность определяет цифру. Длительность каждого импульса равна 35±7 мс, длительность паузы между двумя соседними импульсами тоже 35±7 мс. Таким образом, общая длительность передачи одной цифры составляет 280 мс. Подробнее система сигнализации № 4 МККТТ описана в [1].

Системы сигнализации, разработанные в начале второго периода, обладали существенными недостатками — линейные сигналы имитировались токами передачи данных от абонентских установок; линейные комплекты, которые составляют значительный объем оборудования международных и междугородных телефонных станций, были сложны, а количество управляющих сигналов — недостаточно. Трансляция сигнальных частот токами передачи данных от абонентских установок приводит к таким нежелательным явлениям, как появление ложных сигналов «отбой» и «разъединение».

Поэтому можно предвидеть в ближайшем будущем замену систем сигнализации электромеханических коммутационных станций другими системами, устраняющими эти недостатки.

Уже сейчас в системах сигнализации наметились тенденции упрощения индивидуального линейного оборудования (переход от двухчастотных систем к одночастотным), а также использования частот сигнализации, лежащих выше 2300 Гц [2], с целью исключения возможного воздействия токов передачи данных от абонентских установок на сигнальные устройства телефонных станций.

---

[1]) В Советском Союзе она применяется на международной станции МН-60.

[2]) Основная энергия сигналов при передаче данных располагается в диапазоне частот до 2300 Гц.

Пятая Пленарная ассамблея МККТТ в 1972 г. опубликовала спецификацию новой системы сигнализации R2, рекомендуемую взамен прежней системы № 4. Система сигнализации R2 является примером системы, использующей для передачи линейных сигналов индивидуальный выделенный сигнальный канал на частоте 3825 Гц, который придается каждому разговорному каналу. Линейные сигналы передаются на указанной частоте в виде взаимно контролируемых посылок, т. е. в режиме, когда каждый сигнал получает подтверждение. Сигналы управления в системе R2 передаются по разговорному каналу 12-частотным двухполосным способом, который использует две группы частот: одну для прямого направления (частоты 1380, 1500, 1620, 1740, 1860 и 1980 Гц), другую — для обратного (частоты 540, 660, 780, 900, 1020, 1140 Гц). Для каждого направления применяется код «2 из 6». Передача сигналов ведется по способу «челнока». Применение прямых и обратных сигналов в разнесенных группах частот позволяет начинать их передачу в одном направлении, не дожидаясь прекращения передачи сигналов в другом направлении. Это дает возможность использовать систему на двухпроводных линиях с достаточно высокой скоростью передачи.

Систему R2 уже начал применять ряд европейских администраций связи. В частности, она принята в качестве основной системы сигнализации при разработке станций ARM (фирма «Эриксон», Швеция), станций ECK (фирма «Сименс», ФРГ) и станций Пентаконта (Франция). Администрации связи социалистических стран Европы также приняли решение использовать систему сигнализации R2.

Однако на каналах большой протяженности система R2 дает ощутимое замедление в передаче сигналов управления, так как подтверждение каждой цифры в номере вызовет многократное двустороннее прохождение сигналов при большом времени распространения.

Администрации связи Северо-Американского континента, применявшие систему № 5 МККТТ (частоты линейной сигнализации 2400 и 2600 Гц), предложили использовать новую систему R1 (частота линейной сигнализации 2600 Гц). V Пленарная ассамблея МККТТ утвердила спецификацию системы R1.

На междугородной сети СССР вместо принятой в АМТС первых выпусков (АМТС-1М, АМТС-2 и АМТС-3) системы двухчастотной сигнализации на частотах 1200 и 1600 Гц в последующих разработках использована система сигнализации на частоте 2600 Гц (АМТС-4, УАК). Уже применяемые в настоящее время на междугородной сети СССР станции ARM-20 (поставка шведской фирмы «Эриксон») обмениваются между собой линейными сигналами на частоте 2600 Гц.

Управляющие (межрегистровые) сигналы систем № 5 МККТТ, R1 и новых АМТС СССР передаются многочастотным контролируемым кодом «2 из 6» на частотах 700, 900, 1100, 1300, 1500 и 1700 Гц. Эти три системы отличаются между собой составом уп-

равляющих сигналов и режимом их передачи. Подробнее системы № 5 МККТТ и R1 описаны в [2].

В новых системах для междугородной и международной сетей расширен функциональный состав управляющих сигналов по сравнению с предшествующими им системами. Введены сигналы категории вызова, управления эхозаградителями, типа канала и др.

В качестве последующего характерного этапа развития систем сигнализации можно указать на решение проблемы сигнализации при связи электромеханических коммутационных станций между собой с использованием уплотненных линий с импульсно-кодовой модуляцией. Для этого случая Европейское объединение администраций связи (СЕРТ — La Conférence Européenne des Administrations des Post et Telecommunications) утвердило стандарт, согласно которому передача всех телефонных сигналов, относящихся к 30 разговорным каналам аппаратуры уплотнения ИКМ-30, сосредоточивается в одном 16-м канале этой же ИКМ-системы. Каждый байт (восьмиразрядная комбинация) 16-го канала делится на две половины по четыре разряда. Из четырех разрядов три используются для передачи сигналов, относящихся к одному фиксированному разговорному каналу (передается состояние трех проводов — a, b и c). В частности, байт 16-го канала в i-м цикле обслуживает разговорные каналы i-й (первая половина байта) и $i+16$-й (вторая половина байта). Чтобы обслужить все 30 разговорных каналов, требуется 16 последовательных байтов 16-го канала, которые образуют так называемый сверхцикл. В сверхцикле телефонные сигналы несут 15 байтов, а 16-й байт служит для сверхцикловой синхронизации.

Систему СЕРТ уже можно рассматривать как переходную ступень от системы сигнализации с индивидуальным сигнальным трактом, закрепленным за каждым разговорным каналом, к системе с общим каналом сигнализации, где телефонные сигналы, относящиеся к целому пучку телефонных каналов, передаются по одному групповому каналу. В самом деле, 16-й временной канал можно трактовать в данном случае как групповой сигнальный канал с временным разделением.

Система сигнализации, рекомендованная СЕРТ, утверждена V Пленарной ассамблеей МККТТ и вошла как Рекомендация G-732. Она применяется, например, в экспериментальной французской системе «Платон» при связи центра временной коммутацией со станцией электромеханического типа (система введена в опытную эксплуатацию в июле 1969 г.).

Дальнейшее развитие группового сигнального канала ведет непосредственно к третьему периоду — идее создания общего канала сигнализации с адресным способом передачи, подробное рассмотрение которого является основной задачей настоящей книги.

Третий период характеризуется применением в коммутационных станциях программного управления, записанного в оперативной памяти ЭВМ (третьего поколения). Такие станции позволяют значительно снизить эксплуатационные расходы с введением глу-

бокой автоматизации контроля исправности оборудования, сократить объем и стоимость аппаратуры сигнализации вследствие концентрации памяти в запоминающем устройстве ЭВМ и высокой скорости обработки информации. Кроме того, они позволяют ввести новые виды услуг и динамическое управление потоками нагрузки на коммутируемой сети. Станции этого типа обеспечат передачу линейных и управляющих сигналов по общему каналу сигнализации с применением средств передачи данных и сведут применение индивидуального линейного оборудования до минимума.

1.3. Характеристика и преимущества общего канала сигнализации ОКС

Общий канал сигнализации ОКС представляет собой дискретный канал связи между двумя программно управляемыми коммутационными станциями, по которому по принципу адресно-группового использования организуется передача функциональных телефонных сигналов (линейных и сигналов управления), относящихся к целому пучку разговорных каналов. Кроме того, по ОКС можно передавать ряд дополнительных функциональных сигналов, таких как сигналы учета нагрузки, учета стоимости разговора, сигналов динамического управления сетью и т. п.

Общий канал сигнализации может применяться на различных участках сети, оборудованных коммутационными станциями с программным управлением. В зависимости от участка сети, на котором организуется ОКС, изменяются технические средства его реализации, а также методы передачи и кодирования телефонных сигналов.

На сегодняшний день имеются рекомендации МККТТ по организации ОКС только для *международных* участков телефонной сети [1]. Система, рекомендуемая МККТТ для этих участков, известна под названием системы сигнализации № 6 и подробно рассматривается ниже. В настоящее время силами администраций связи ряда стран по предложенной МККТТ программе проведены линейные испытания системы сигнализации № 6.

Вопрос о принципах организации ОКС на *национальных* телефонных сетях остается пока открытым. В некоторых странах делается попытка распространить на национальные сети рекомендации МККТТ для международных участков (см., например, ОКС в системе квазиэлектронных станций местной телефонной сети типа DEX-2, который описан в настоящей книге). Однако в ряде случаев, особенно при недостаточно высоком качестве национальных телефонных каналов, по-видимому, имеет смысл отойти от принципов системы № 6 и использовать методы кодирования, применяемые при «классической» передаче данных (например, согласно Рекомендации МККТТ V-41 спецкомиссии А). Этот вопрос также рассматривается в настоящей книге.

В качестве каналов связи для организации ОКС могут применяться:

— стандартные телефонные каналы систем уплотнения с частотным разделением;

— выделенные временные каналы, организованные в системах уплотнения с ИКМ;

— физические пары (на местных сетях).

В зависимости от числа станций на сети и от ее конфигурации может применяться *связанный* или *несвязанный* способ построения сети ОКС. При связанном способе участок ОКС и обслуживаемый им пучок телефонных каналов всегда совпадают, так как ОКС и обслуживаемый им пучок телефонных каналов заканчиваются в одних и тех же пунктах коммутации. Сигналы передаются по одному ОКС. Несвязанный способ построения сети ОКС не полностью повторяет конфигурацию сети телефонных каналов [2]. Сигналы для определенного пучка могут передаваться через два и более последовательно соединенных ОКС. Каждое сообщение, относящееся к определенному соединению и передаваемое по ОКС, должно содержать: адресную информацию о номере телефонного канала, к которому данное сообщение относится; непосредственно сигнальную информацию, а также некоторую избыточную информацию, необходимую для обнаружения случайных ошибок в принятом сообщении. Требуемая достоверность передачи сообщений по ОКС (средний коэффициент необнаруженных ошибок не хуже 10^{-7} на слово) обеспечивается применением защитных ошибкообнаруживающих кодов, решающей обратной связи и метода повторения неправильно принятой информации.

Остановимся теперь на тех преимуществах, которые дает применение ОКС:

— быстрота установления соединения, которая обеспечивается высокой скоростью передачи информации в тракте ОКС (например, 2400 бит/с при организации ОКС по стандартному телефонному каналу; 8000 бит/с или 64 000 бит/с, если применяется синхронный ввод сообщений ОКС в системе с ИКМ и т. д.);

— возможность практически неограниченного (по мере надобности) расширения состава телефонных сигналов, так как в системе заложен большой резерв кодов;

— существенная экономия на линейных комплектах, которые практически упраздняются в связи с тем, что все сигналы обрабатываются управляющей машиной. Так, например, на междугородных станциях применение ОКС оправдывает себя уже при обслуживании 100 каналов, на местных станциях — при наличии 30—50 каналов, на международных станциях — при наличии 20—40 (по данным отдельных зарубежных администраций связи);

— отсутствие влияния на сигнальные устройства токов передачи данных от абонентских установок;

— простота технических решений при необходимости двустороннего использования каналов и линий, что позволяет значительно повысить использование коммутационных каналов, особенно в пучках малой величины;

— повышение надежности при введении контролируемой передачи, использование обходных путей передачи сигнальных сообщений, использование надежной элементной базы, группового резервирования.

Вместе с тем переход к использованию ОКС выдвигает и ряд новых, специфических проблем, которые нуждаются в рациональном разрешении.

Прежде всего, групповой принцип работы ОКС приводит к тому, что в ОКС, как в любой системе массового обслуживания, возникает проблема возможной *задержки сообщения* из-за ожидания в очереди на передачу и из-за конечного времени передачи сообщения по каналу связи. Указанное обстоятельство требует соблюдения определенной пропорции между скоростью передачи сообщений по ОКС и числом обслуживаемых данным ОКС телефонных каналов. Для тех сигналов, задержка которых при передаче особенно опасна (например, сигнал «ответ абонента», сигнал аварии и т. п.), приходится вводить систему *приоритетов*.

Не менее важной является для ОКС проблема *резервирования*. Поскольку один ОКС обслуживает целый пучок телефонных каналов, то, естественно, должны быть приняты меры по обеспечению достаточно высокой надежности ОКС. Поскольку при использовании ОКС сигналы управления соединением не проходят по подготавливаемому разговорному тракту, возникает необходимость до проключения разговорного тракта проверить его исправность, т. е. провести специальную *шлейфную проверку*. Во время этой проверки выбранный, но еще не проключенный разговорный тракт соединяется шлейфом и по нему посылается кратковременно испытательная частота, которая принимается специальным приемником шлейфной проверки. Если выбранный канал оборудован эхозаградителями, то при такой проверке должны автоматически нейтрализоваться эхозаградители. Наконец, поскольку при применении ОКС занятие одной и той же линии или канала может произойти с двух сторон одновременно, то приходится принимать специальные меры по предотвращению «двойного занятия».

В заключение следует подчеркнуть, что ОКС пока еще находится в стадии экспериментирования. Несколько примеров использования ОКС, описанных в настоящем сборнике, имеют целью показать сами принципы построения ОКС и результаты начальной эксплуатационной статистики. Можно ожидать, что по мере накопления опыта приводимые рекомендации МККТТ в части международных сетей будут уточняться и видоизменяться. Что касается национальных телефонных сетей, во многих странах вопрос о введении на них ОКС находится пока в стадии изучения.

1.4 Принцип построения и действия системы сигнализации № 6 МККТТ

1.4.1. Функционирование системы № 6

В 1964 г. МККТТ поставил перед заинтересованными администрациями связи задачу разработки новой системы телефонной сигнализации системы № 6, которая обеспечивала бы по сравнению с системами № 4 и № 5 возможность передачи большего состава сигналов и с большей скоростью. Для такой системы было предложено использовать принцип группового сигнального канала.

В течение 1964—1968 гг. была определена предварительная спецификация системы № 6 МККТТ, которая явилась основой для разработки оборудования и проведения линейных испытаний. Испытания были закончены в 1972 г., причем на международной сети их провели США, Великобритания, Италия, Япония, Бельгия, ФРГ и Голландия.

В результате проведенных испытаний и дальнейшей доработки системы была подготовлена окончательная спецификация системы № 6 МККТТ, утвержденная V Пленарной ассамблеей в декабре 1972 г. В соответствии с утвержденной спецификацией групповой тракт сигнализации, связывающий между собой централизованные управляющие устройства двух станций, содержит собственно аппаратуру сигнализации (АС) и тракт передачи данных (дискретный канал связи). Тракт передачи данных, в свою очередь, состоит из модемов и стандартного канала тч.

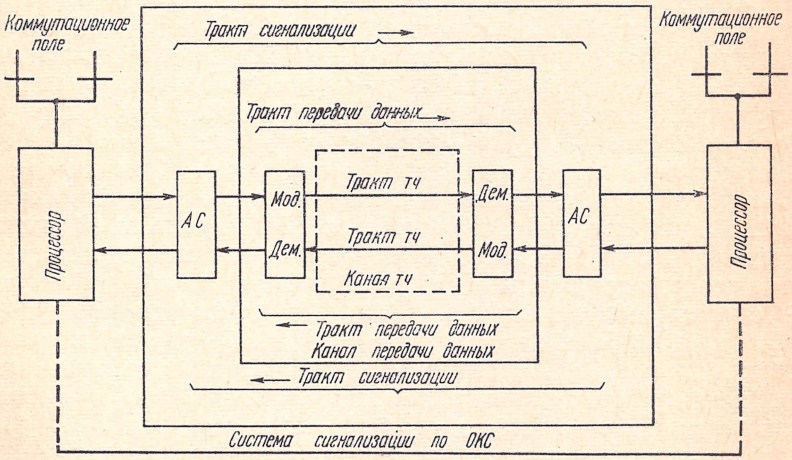


Рис. 1.1. Схема построения системы ОКС

Структурная схема ОКС показана на рис. 1.1. Передача сигналов в тракте передачи данных осуществляется бинарным (двоичным) кодом со скоростью передачи 2400 Бод. Модемы преобразуют двоичные бинарные сигналы в сигналы, пригодные для передачи

по стандартным тч каналам и обратно. В системе № 6 преобразование сигналов осуществляется по методу двукратной относительной фазовой модуляции. Аппаратурное устройство сигнализации АС производит операцию ввода-вывода сигналов в процессор и обратно и операции по обеспечению заданной достоверности передачи.

На рис. 1.2 изображена функциональная схема оборудования ОКС. Сигналы, формируемые процессором, поступают в выход-

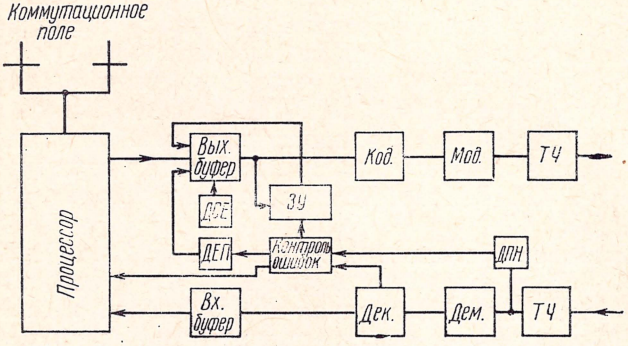


Рис. 1.2. Функциональная схема оконечного оборудования системы № 6

ной буфер, затем в кодер (код) и одновременно в буферное запоминающее устройство ЗУ, в которых сигналы дополняются проверочными разрядами в соответствии с правилами циклического кодирования. Сигнальная информация вместе с проверочными разрядами образует серию сигнальных единиц СЕ, которые далее через модулятор поступают в канал связи. На приеме после демодуляции СЕ проверяются на соответствие циклическому коду декодирующим устройством Дек. В случае правильного приема сигналы через выходной буфер поступают в процессор.

Исправление ошибок при их обнаружении происходит следующим образом. Одиннадцать сигнальных единиц объединяются в длинный блок, который заканчивается 12-й специальной сигнальной единицей подтверждения СЕП. В ее состав входит номер блока, где содержатся данные СЕ и номер блока, на который посылаются сигналы подтверждения. Кроме того, в случае обнаружения ошибок в одной или нескольких сигнальных единицах подтверждаемого блока в СЕП записываются соответствующие отметки на месте искаженной сигнальной единицы, которые формируются с помощью датчика сигнальных единиц подтверждения ДЕП. Искаженные сигналы исправляются повторной передачей всего блока из буферного ЗУ. Блоки, принятые без искажений, стираются из буферного ЗУ. Повторной передачей блоков сигнальной информации управляет устройство контроля ошибок.

Ошибки могут быть обнаружены не только проверкой на соответствие циклическому коду, но и при контроле уровня несущей частоты детектором пропадания несущей ДПН. Если уровень не-

сущей частоты становится ниже определенного значения, то все сигнальные единицы, принятые во время сниженного уровня, считаются забракованными.

Для поддержания синхронизации во время отсутствия передачи сигналов в канал передаются синхронизирующие или «пустые» сигнальные единицы ССЕ, которые образуются в специальном датчике синхронизирующих единиц ДСЕ.

Каждый тракт сигнализации (см. рис. 1.1) работает синхронно, т. е. в канале присутствует постоянный поток данных. Поток данных в обоих направлениях делится на сигнальные единицы по 28 бит, в которых последние 8 бит являются контрольными. Сигнальные единицы группируются в блоки по 12 сигнальных единиц, последняя из которых в каждом блоке является единицей подтверждения, т. е. отмечает номер передаваемого блока, номер подтверждаемого блока и проверяет правильность принятия каждой из 11 сигнальных единиц подтверждаемого блока.

Первые 11 сигнальных единиц в пределах блока содержат либо телефонные сигналы, либо сигналы управления, кроме того, они могут быть синхронизирующими сигнальными единицами. Синхронизирующие сигнальные единицы, которые передаются при отсутствии сигнального трафика, целиком заполняют блок для получения полной сигнальной единицы подтверждения. Их формат выбран таким, чтобы обеспечить при модуляции получение большого числа переходов (дибит), чтобы улучшить синхронизацию по битам. В процессе установления синхронизации передаются только синхронизирующие и подтверждающие сигнальные единицы до тех пор, пока не будет установлена синхронизация по битам и единицам на обоих концах системы.

Сигнал на передачу в системе № 6 формируется в процессоре (см. рис. 1.2). Сигналы из процессора передаются в параллельной форме в выходной буфер. Эти сигналы, представляющие собой одноединичные или многоединичные сообщения, накапливаются в выходном буфере в соответствии с уровнем приоритетности. Выходной буфер передает в кодирующее устройство в последовательной форме в следующий временной интервал, прежде всего, ожидающий сигнал с высшим приоритетом. В кодирующем устройстве каждая сигнальная единица кодируется добавлением контрольных бит в соответствии с образующим полиномом. Затем сигнал модулируется и передается в тракт передачи.

В приемное устройство поступают модулированные импульсы с тракта тч в виде непрерывной серии. После демодулятора серия импульсов поступает в декодирующее устройство, где каждая сигнальная единица проверяется на наличие ошибок. Сигнальные единицы с ошибками отбрасываются.

Сигнальные единицы с телефонными сигналами или сигналами управления при отсутствии ошибок передаются во входящий буфер после отделения контрольных бит. Входящий буфер передает сигнальные единицы в параллельной форме в процессор, который анализирует сигнал и выполняет определенные функции.

057172

Техническая библиотека Киевский инженерный завод

Сигнальные сообщения содержат информацию относительно определенного телефонного канала. Опознавание канала, т. е. его адрес, требует бо́льшей части бит (11 из 20 имеющихся информационных бит). Сигнальные сообщения могут передаваться одной единицей или несколькими, при этом передача сигнальных единиц, относящихся к одному сообщению, производится под одним адресом. Одиночная цифра номера или линейный телефонный сигнал передается в одноединичном сообщении, в то время как несколько или все цифры могут быть переданы многоединичным сообщением.

Все сигналы обрабатываются в каждом коммутационном узле или пункте передачи сигналов, через который они проходят. Обработка сообщений в пункте передачи сообщений минимальна и включает чтение адреса и посылку сигнальных сообщений в соответствии с приоритетной категорией. В дополнение к процессу обработки в пункте передачи сообщений коммутационный центр проверяет достаточность сигнальной информации для выполнения соответствующих коммутационных функций.

Когда подтверждающая сигнальная единица принята, она анализируется устройством контроля ошибок. Если подтверждающий бит отмечает, что подтверждаемая сигнальная единица принята с ошибкой, начинается процесс повторной передачи. Если любая единица многоединичного сообщения принята с ошибкой, то все многоединичное сообщение должно повторно передаваться в своем первоначальном виде.

Детектор пропадания несущей передачи данных дополняет декодирующее устройство на случай длинных пакетов ошибок. При его срабатывании подается сигнал в устройство контроля ошибок. Сигнал о наличии ошибки таким образом поступает с декодирующего устройства либо с детектора пропадания несущей передачи данных, и он связан с положением сигнальной единицы, принятой с ошибкой в блоке. Эта информация используется датчиком подтверждающей сигнальной единицы для управления маркированием подтверждающих бит.

Как видно из рис. 1.2, процессор информируется всякий раз, как в сигнальной единице обнаруживается ошибка. Эта информация может использоваться процессором для стирания из памяти любой принятой сигнальной единицы многоединичного сообщения, которое связано с искажением отдельной сигнальной единицы, так как все сообщение будет повторно передаваться целиком.

Сигналы, относящиеся к данной группе разговорных каналов между двумя коммутационными станциями, могут передаваться двумя способами.

1. Связанный способ. В этом случае сигналы передаются между двумя станциями по общему сигнальному каналу, который заканчивается в тех же станциях, что и обслуживаемый им пучок разговорных каналов.

2. Несвязанный способ. При этом сигналы между двумя станциями передаются по двум или более последовательно соединен-

ным ОКС, сигналы обрабатываются и направляются одним или более пунктом обработки сигналов. Несвязанный способ может меняться по степени жесткости выбора путей передачи сигналов, принадлежащих определенной разговорной цепи. В зависимости от этого может использоваться:

— полностью несвязанный способ, когда организуемая сеть ОКС и пунктов передачи сигналов имеет свои принципы поиска направления передачи, отличные от принципов коммутируемой сети. Сигналы между станциями передаются через любые доступные пути сигнальной сети по правилам этой сети;

— квазисвязанный способ, когда используемые общие каналы сигнализации действуют в основном связанным способом с группой цепей. Сигналы передаются между двумя станциями по двум или более последовательно соединенным ОКС, но только по заранее определенным путям и через заранее определенные пункты передачи сигналов.

Принципы связанного, квазисвязанного и полностью несвязанного способов показаны на рис. 1.3.

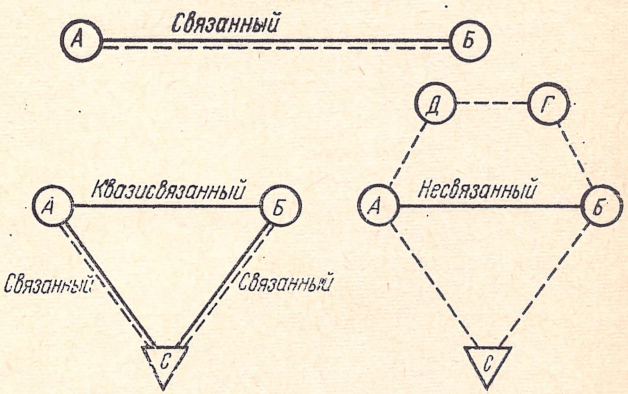


Рис. 1.3. Примеры связанного и несвязанного способов работы ОКС:
——— разговорные каналы, — — — ОКС (кружком обозначены коммутационные станции, треугольником — пункты передачи сигналов, входящие в станцию)

Необходимо учитывать при этом, что дополнительные пункты передачи сигналов увеличивают время обработки и передачи сигналов. Использование большего числа пунктов передачи сигналов снизит одно из главных преимуществ системы № 6 — высокую скорость передачи сигнала.

Пункт передачи сигналов представляет собой центр по приему, обработке и передаче в прямом направлении телефонных сигналов с одного ОКС на другой при сигнализации несвязанным способом. В процессе обработки сигналов не требуется управлять телефонной частью коммутационного центра. Пункт передачи сигналов должен выполнять следующие функции:

— анализ адресной и функциональной частей каждого телефонного сообщения с тем, чтобы передать сообщение в соответствующий исходящий ОКС с учетом приоритета сообщения;

— изменение адреса принимаемого сигнала по определенному алгоритму. Функциональная часть сигнала остается без изменения.

Сигналы, передаваемые по ОКС, рекомендуется разделять на следующие группы:

— телефонные сигналы;

— сигналы управления системой сигнализации;

— управляющие сигналы сетью разговорных каналов.

Сигналы управления сигнализацией содержат:

— подтверждающую отметку (обозначает, обнаружена или нет ошибка в полученной сигнальной единице);

— синхронизирующий сигнал (сигнал посылается для того, чтобы установить и поддержать синхронизацию в трактах ОКС);

— сигнал перехода на резервный ОКС (сигнал посылается для отметки о нарушении синхронизации в канале сигнализации и о необходимости перехода на другой ОКС);

— сигнал ручного перехода на резервный ОКС (сигнал посылается, чтобы вызвать переход на резервный ОКС из-за каких-либо перестроек, изменений, требований эксплуатации и т. д.);

— сигнал готовности резерва (посылается по резервному ОКС и отмечает, что коэффициент ошибок удовлетворяет норме в течение одной контрольной минуты);

— сигнал подтверждения готовности резерва (посылается в ответ на сигнал готовности резерва);

— сигнал передачи сигнальной нагрузки (отмечает, что коэффициент ошибок удовлетворяет норме в течение одной контрольной минуты и сигнальный трафик следует передавать по этому ОКС);

— сигнал передачи максимума сигнальной нагрузки (передается по возможности по всем каналам сигнализации для отметки того, что коэффициент ошибок удовлетворяет норме в течение аварийных 2—3 с и что экстремальная передача может иметь место на одном из этих ОКС);

— подтверждение сигнала передачи сигнальной нагрузки (посылается в ОКС в ответ на сигнал передачи нагрузки или экстремальной нагрузки и отмечает, что по этому ОКС начинается передача нагрузки).

Управляющие сигналы касаются управления сетью разговорных каналов и сетью сигнализации.

Различают три категории сигналов:

— сигналы управления сетью. Эти сигналы содержат информацию относительно состояния пучков каналов или оборудования, посылаются от одного пункта сети к другому или к другим пунктам сети. Эти сигналы не относятся к индивидуальным вызовам или индивидуальным каналам. Функция и использование сигна-

лов управления сетью еще находятся в стадии исследования МККТТ.

— сигналы эксплуатации сети. Используются для эксплуатационных целей. Функция и использование сигналов еще находятся в стадии исследования МККТТ.

—сигналы управления сетью сигнализации. Относятся к условиям работы ОКС, находятся в стадии исследования, но часть сигналов (запрещение передачи, разрешение передачи для отдельных пучков каналов) уже вводится.

1.4.2. Форматы и коды сигнальных единиц

Телефонные сигналы передаются с помощью одноединичных или многоединичных сообщений. Сигнальная единица — наименьшая законченная группа в 28 бит, передаваемая по ОКС.

Одноединичное сообщение содержит одну сигнальную единицу СЕ, а многоединичное может содержать 2—6 СЕ, передаваемых последовательно. Многоединичное сообщение в основном предполагается для передачи номерной информации. Первое, начальное адресное сообщение НАС — для вызова, оно объединяет номерную информацию и другую информацию для поиска направления этого вызова. Последующее адресное сообщение ПАС передает только номерную информацию и может содержать одноединичные либо многоединичные сообщения.

Сигнальная единица одноединичного сообщения, содержащая телефонный сигнал, называется *одиночной сигнальной единицей* ОСЕ. Первая сигнальная единица многоединичного адресного сообщения называется начальной сигнальной единицей НСЕ, другие единицы многоединичного сообщения называются последующими сигнальными единицами ПСЕ.

Сигнал начинается с отметки адреса, после которой следует жесткий порядок размещения частей сигнальной единицы.

Формат одиночной сигнальной единицы или НСЕ НАС:

xxxxx	xxxx	xxxxxxxxxxx		xxxxxxxx
1—5	6—9	10—16	17—20	21—28
заголовок	сигнальная информация	номер группы	номер канала	контроль
		адрес		

Формат ПСЕ многоединичного сообщения:

00	xx	xxxx xxxx xxxx xxxx	xxxxxxxx
1—2	3—4	5—20	21—28
заголовок ПСЕ	индикатор длины	сигнальная информация	контроль

ПСЕ не содержит адреса и заголовка, которые уже были в НСЕ, так как все ПСЕ относятся к тому же вызову и к той же группе сигналов, что и передающая перед ними НСЕ.

Область из 2 бит служит для отметки длины многоединичного сообщения. Область сигнальной информации имеет максимально возможную длину 16 бит. Поскольку главная задача ПСЕ НАС состоит в передаче номерной информации, то область сигнальной информации может состоять из четырех секторов по 4 бит. Каждый сектор может содержать номерной сигнал или другую информацию для выбора направления.

Заголовок определяет группу сигналов, сообщение или сигнал. Обычно заголовок содержит первые 5 бит сигнальной единицы, за исключением всех ПСЕ, определяемых заголовком 00, сигнальных единиц подтверждения СЕП, определяемых заголовком 011.

Используются следующие коды:

00 — последующая сигнальная единица;
01000 — 01011 — резерв;
011 — сигнальная единица подтверждения;
10000 — первоначальная адресная единица или первоначальное адресное сообщение;
10001 — 10111 — последующее адресное сообщение;
11000 — 11011 — телефонные сигналы международной сети;
11100 — резерв;
11101 — сигналы управления системой сигнализации;
11110 — 11111 — резерв.

Сообщения содержат адрес того разговорного канала, к которому они относятся. На каждое сообщение передается только один адрес. Чтобы определить группу из 16 каналов, используется семибитный номер группы. Чтобы опознать номер канала в группе, передается еще 4 бит. Таким образом 11 бит позволяют закодировать 2048 адресов каналов.

Индикатор длины ПСЕ (3 и 4-й биты) отмечает число последующих сигнальных единиц в многоединичном сообщении.

Число последовательных сигнальных единиц	ПАС	Другие многоединичные сообщения
1	—	00
2	01	01
3	10	10
4	11	11
5	00	—

Первоначальное адресное сообщение ПАС содержит первоначальную адресную единицу и для последующих сигнальных единиц.

Первоначальная адресная единица содержит:

— код заголовка из 5 бит (10000);
— код сигнальной информации (0000);
— адрес канала.

Первая последующая сигнальная единица содержит:
— код заголовка (00);
— индикатор длины сообщения (3 и 4-й биты);
— 5-й бит (индикатор наличия кода страны):
0 — код страны содержится,
1 — код страны не содержится;
— 6-й бит (отметка типа канала):
0 — спутниковый канал в соединении отсутствует,
1 — один спутниковый канал в соединении;
— 7-й бит (отметка наличия эхозаградителя):
0 — исходящий полукомплект эхозаградителя не включен;
1 — исходящий полукомплект эхозаградителя включен;
— 8—12-й биты — резерв;
— 13—16-й биты — категория вызывающей стороны:
0000 — резерв,
0001 — телефонистка, язык — французский,
0010 — телефонистка, язык — английский,
0011 — телефонистка, язык — немецкий,
0100 — телефонистка, язык — русский,
0101 — телефонистка, язык — испанский,
0110, 0111, 1000 — в распоряжение Администраций связи для выбора специальных языков по взаимному соглашению,
1001 — резерв,
1010 — обычный вызывающий абонент,
1011 — вызывающий абонент с приоритетом,
1100 — вызов от установки передачи данных,
1101 — испытательный вызов,
1110, 1111 — резерв;
— 17—20-й биты — резерв.

Последующие сигнальные единицы (2—5) содержат:
— код заголовка (00);
— индикатор длины сообщения (3—4-й биты);
— номерную информацию (5—20), разделяемую на четыре участка по четыре бита, которые кодируются следующим образом:
0000 — заполнитель
0001 — цифра 1
0010 — цифра 2
0011 — цифра 3
0100 — цифра 4
0101 — цифра 5
0110 — цифра 6
0111 — цифра 7
1000 — цифра 8
1001 — цифра 9
1010 — цифра 10
1011 — код 11
1100 — код 12

1101, 1110 — резерв
1111 — КН (сигнал конца набора).

Заполнитель (0000) используется, когда необходимо заполнить область сигнальной информации при отсутствии передаваемых цифр в последней сигнальной единице первоначального адресного сообщения.

Пример первоначального адресного сообщения, состоящего из трех единиц:

НСЕ	10000 заголовок	0000 код сигнальной информации	xxxxxxxxxxx адрес	xxxxxxxx контроль
1-я ПСЕ	00 код заголовка последующей сигнальной единицы	01 индикатор длины	xxx0 0000 xxxx 0000 информация о направлении	xxxxxxxx контроль
2-я ПСЕ	00 код заголовка последующей сигнальной единицы	01 индикатор длины	xxxx xxxx xxxx xxxx 1-я 2-я 3-я 4-я цифры номерная информация	xxxxxxxx контроль

Если номерная информация передается в несколько этапов, т. е. несколькими сообщениями, что может быть в случае, когда информация о номере вызываемого абонента еще полностью не накоплена, то коды заголовков НСЕ или ОСЕ меняются в зависимости от порядкового номера выдаваемых для данного вызова сообщений в следующей последовательности: 10001, 10010, 10011 и т. д. ПСЕ этих сообщений имеют тот же заголовок 00.

Если в последующем адресном сообщении содержится только одна сигнальная единица, то область сигнальной информации (6—9-й биты) заполняется кодом передаваемой цифры.

Рассмотрим способ кодирования сигнальной информации в зависимости от кода заголовка:

а) телефонные сигналы с заголовком 10000:

0000 — первоначальная сигнальная единица первоначального адресного сообщения;

б) телефонные сигналы с заголовком 11000 относятся к телефонным сигналам обратного направления:

0001 — освобождение,
0010 — ответ, оплачиваемый (приоритетный),
0011 — ответ, неоплачиваемый (приоритетный),
0100 — отбой № 1,

0101 — повторный ответ № 1,
0110 — отбой № 2,
0111 — повторный ответ № 2,
1000 — отбой № 3,
1001 — повторный ответ № 3;

в) телефонные сигналы с заголовком 11001 также относятся к разряду сигналов обратного направления:

0011 — перегрузка коммутационного оборудования,
0100 — перегрузка пучка каналов,
0101 — перегрузка национальной сети,
1000 — непрохождение вызова,
1110 — логический сбой,
1111 — резерв;

г) телефонные сигналы с заголовком 11010:

0001 — целостность
0010 — разъединение
0011 — вмешательство
} посылаются в прямом направлении,

1011 — блокировка,
1100 — разблокировка,

1101 — подтверждение блокировки
1110 — подтверждение разблокировки
1111 — отказ от сообщения
} посылаются в любом направлении;

д) телефонные сигналы с заголовком 11011 используются для передачи телефонных сигналов обратного направления:

0001 — вся номерная информация принята, абонент свободен, переговор оплачиваемый,
0010 — вся номерная информация принята, абонент свободен, переговор неоплачиваемый,
0011 — вся номерная информация принята, телефон-автомат свободен,
0100 — абонент занят (электрический сигнал),
0101 — номер не используется в национальной сети,
0110 — линия выключена из обслуживания,
0111 — абонент переведен на другой номер (изменение номера),
1010 — принятие всей номерной информации, переговор неоплачиваемый,
1011 — принятие всей номерной информации, монетный автомат,
1100 — принятие всей номерной информации, переговор оплачиваемый,
1101 — принятие всей номерной информации;

е) сигнальная информация для заголовков с кодами 11100, 11110, 11111, 01000, 01001, 01010 и 01011 резервируется для национального или территориального использования.

Сигнальная информация с кодом 0000 при всех заголовках означает, что это первоначальная сигнальная единица многоединичного сообщения, которое для большинства заголовков резервируется для использования в будущем.

1.4.3. Сигналы управления системой сигнализации

Сигналы управления системой сигнализации являются телефонными, а служат для правильного функционирования последней. Эти сигналы передаются с помощью одиночных сигнальных единиц:

Сигнальные единицы подтверждения (СЕП):

Формат СЕП

xxx	xxxxxxxxxxx	xxx	xxx	xxxxxxxx
1—3	4—14	15—17	18—20	21—28
заголовок	отметки подтверждения	последовательный номер подтверждаемого блока	последовательный номер блока, содержащего данную СЕП	контроль
		циклическая последовательность номеров		

Кодировка частей СЕП:

— заголовок имеет код 011. Этот код начинается с нуля, чтобы отличить СЕП, которая не имеет адреса, от ОСЕ, НСЕ, и продолжается двумя единицами, чтобы различить насколько возможно СНП и ПСЕ многоединичного сообщения;

— отметка подтверждения. СЕП содержит 11 подтверждающих отметок для подтверждения соответственно 11 сигнальных единиц принятого блока. Каждая отметка кодируется следующим образом: 0 — нет ошибки, 1 — ошибка обнаружена;

— нумерация блоков. Как подтверждаемый блок, так и блок законченный СЕП отмечаются циклической последовательностью номеров из серии 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111, 000 ...

Синхронизирующие сигнальные единицы (ССЕ).

ССЕ передаются в отсутствие сигнального телефонного трафика и при необходимости обеспечить процедуру вхождения в синхронизм.

Формат ССЕ:

xxxxxxxxxxxxxxxx	xxxx	xxxxxxxx
1—16	17—20	21—28
шаблон для синхронизации	последовательный номер сигнальной единицы	контроль

Шаблон для синхронизации кодируется следующим образом: 1110111010111000111.

Первые 9 бит шаблона для синхронизации содержат коды заголовка 11101 и сигнальной информации 1101. Указанный заголовок 11101 используется для всех сигналов управления системой сигнализации (кроме СЕП), а также для сигналов управления сетью.

Порядковый номер сигнальной единицы в блоке может иметь любой код из 4 бит 0000, 0001, 0010 до 1010 включительно. Номер для ОСЕ определяется положением этой единицы в блоке сигнальных единиц (числа 1—11).

Сигнальные единицы управления системой сигнализации (СЕУ).

Формат СЕУ:

11101	1100	xxx	xxxx	xxxx	xxxxxxxx
1—5	6—9	10—12	13—16	17—20	21—28
заголовок	сигнальная информация	управляющая информация			контроль

Кодом сигнальной информации СЕУ является комбинация 1100. Управляющая информация кодируется следующим образом:

биты 10—12 кодируются кодом 001;
биты 13—16 кодируются кодом 0001;
биты 17—20 кодируются следующим образом:

0001 — переход на резервный канал,
0010 — ручной переход на резервный канал,
0100 — резервный канал готов,
0110 — передача нагрузки,
0111 — аварийная передача нагрузки,
1010 — подтверждение ручного перехода на резервный канал,
1100 — подтверждение готовности резервного канала,
1110 — подтверждение передачи нагрузки.

1.4.4. Управляющие сигналы

Управляющие сигналы включают:
— сигналы управления сетью разговорных каналов;
— сигналы служб эксплуатации сети;
— сигналы управления сетью сигнальных каналов.

Эти сигналы могут передаваться с помощью одноединичных или многоединичных сообщений. Основной формат одноединичного управляющего сообщения:

11101	xxxx	xxxxxxxxxxx	xxxxxxxx
1—5	6—9	10—20	21—28
заголовок	сигнальная информация	управляющая информация	контроль

Сигнальная информация имеет следующие коды:

0001 — сигналы управления сетью разговорных каналов и сигналы служб эксплуатации сети;
0101 — сигнальная единица управления сетью сигнальных каналов;
1100 — СЕУ ОКС;
1101 — ССЕ.

Код 0000 означает начальную сигнальную единицу многоединичного сообщения, которое будет использовано в будущем. Управляющая информация битами 10—16 указывает номер пучка каналов, к которому относится управляющий сигнал.

1.5. Особенности установления соединения

1.5.1. Общие принципы

Начальное адресное сообщение. Это сообщение, передаваемое в качестве первого сообщения для установления соединения, включает обычно всю информацию, необходимую следующей международной станции для направления вызова. Функция занятия совмещается с передачей начального адресного сообщения.

В начальном адресном сообщении при международной связи должна содержаться следующая информация:

— отметка кода страны;
— отметка типа цепи;
— отметка наличия эхозаградителя;
— категория вызывающей стороны;
— номерная информация.

Поскольку код страны не посылается на входящую оконечную международную станцию, то отметка кода страны необходима для осуществления правильной обработки цифр номерной информации. Отметка типа цепи указывает на то, проходил ли этот канал или любой предшествующий канал соединения через спутник и позволяет ли транзитному центру следить за тем, чтобы второй спутниковый канал включался в соединение только в исключительных обстоятельствах. Отметка эхозаградителя дает информацию о том, включен или нет стандартный полукомплект эхозаградителя на исходящем конце предыдущей международной станции. Прием этого сигнала указывает на необходимость включения стандартного входящего полукомплекта эхозаградителя на последней станции по ходу установления соединения, осуществляющей четырехпроводную коммутацию.

Отметка категории вызывающей стороны дает сведения о том, кто производит вызов: обыкновенный абонент, телефонистка или аппаратура передачи данных и может указывать на необходимость направления по специальному выходу станции. В состав категории вызывающей стороны входит языковая и различительная информация, которые определяют соответственно языковую группу телефонистки и вид связи (автоматическая или полуавтоматическая). Номерная информация включает код страны (не посылаемый на оконечную входящую международную станцию) и национальный номер либо номер, предназначенный для вызова телефонисток кода 11 или 12.

Все цифры, необходимые для установления соединения на международной сети, должны передаваться в начальном адресном сообщении. Начальное адресное сообщение может содержать минимум три сигнальные единицы (одна цифра) или максимум шесть сигнальных единиц. Пятнадцать цифр и сигнал КН (сигнал конца набора) могут быть переданы шестью сигнальными единицами, однако для международного номера планом нумерации допускается иметь в пределе только 12 цифр.

Последующие адресные сообщения. Оставшиеся цифры номера, если они не были переданы начальным адресным сообщением, могут передаваться отдельно в виде одноединичных сообщений или группой в виде многоединичных сообщений. Эффективность передачи увеличивается, если группировать в одном сообщении как можно большее число цифр. Количество сигнальных единиц, используемых в последующих адресных сообщениях, может быть от одного до четырех.

Последующие адресные сообщения могут передаваться по национальной сети по мере их накопления на входящей международной станции. Соответствующие меры, например задержка передачи последней цифры национального номера, должны приниматься на последней по ходу установления соединения станции, использующей ОКС, чтобы избежать соединений с вызываемым абонентом или телефонисткой до окончания проверки исправности разговорных каналов, обслуживаемых ОКС.

Порядок следования адресных сообщений может быть нарушен, если одно или несколько из этих сообщений передавалось вновь после обнаружения ошибок. Чтобы избежать неправильного порядка цифр, последняя по ходу установления станция, использующая ОКС, должна проверить порядковые номера всех адресных сообщений и, в случае нарушения порядковой последовательности, правильно расставить цифры номера. В некоторых случаях промежуточные транзитные центры, использующие систему ОКС, должны также восстанавливать порядок номерных сообщений.

Сигнал конца номера КН всегда посылается при полуавтоматических или испытательных вызовах, а также если сигнал КН поступает с предыдущей цепи.

При автоматическом обслуживании этот сигнал передается всякий раз, когда исходящая международная станция может определить анализом цифр, что последняя цифра передана. Этот анализ касается кода страны и подсчета фиксированного числа цифр национального номера. Во всех других случаях сигнал КН не передается и информация о конце набора определяется приемом одного из сигналов полного номера от входящей международной станции.

1.5.2. Проверка исправности разговорного тракта

В процессе установления соединения требуется проверить исправность разговорных трактов, используемых в соединении для данного вызова. Для испытания исправности разговорного тракта используется шлейфный метод, который требует, чтобы любые эхозаградители, находящиеся в трактах проверяемого шлейфа, были нейтрализованы. Каждая международная станция должна нейтрализовать у себя любой эхозаградитель на период осуществления проверки целостности шлейфа, т. е. в процессе работы приемопередатчика шлейфной проверки. Исходящая международная станция (или первая станция участка связи системы № 6) подключает

приемопередатчик к разговорной цепи после того, как послана начальная номерная информация НАС. При получении этого сообщения входящая станция замыкает разговорные тракты приема и передачи канала шлейфом.

При положительном результате проверки исправности разговорных трактов сигнал исправности посылается дальше по ходу установления соединения. Последующие промежуточные станции посылают дальше сигнал исправности после того, как выполнены три следующих условия:

— от предшествующего участка принят сигнал исправности;

— произведена проверка исправности трактов по исходящему каналу;

— разговорный тракт через станцию проверен и исправлен.

Разговорный тракт может проключаться на международной станции, а приемопередатчик отключается после положительного результата проверки канала на исправность. Однако проключение должно быть задержано до тех пор, пока контрольный сигнал шлейфной проверки не распространится по обратному разговорному тракту. Момент проключения определяется контрольной выдержкой времени или использованием приемника контрольного тонального сигнала для проверки прекращения проверочного тонального сигнала.

При приеме сигнала исправности на следующей международной станции отключается шлейф проверки тракта.

На исходящей станции при непрохождении сигналов во время проверки канала:

— приемник сигналов проверки исправности отключается и производится автоматическая повторная попытка по другому каналу;

— аппаратура исходящей станции отключает поврежденный канал;

— на следующую станцию посылается сигнал блокировки;

— после приема сигнала «подтверждение блокировки» посылается сигнал «разъединение».

1.5.3. Вторичная проверка исправности разговорного тракта

Проверка исправности разговорного тракта повторяется на поврежденном канале через 1—10 с после получения сигнала освобождения. Вторичная проверка исправности производится исходящей станцией с помощью пробных вызовов. Номерная информация должна содержать код с заполнением 0000 для извещения входящей станции о том, что пробное соединение не должно проключаться. После прохождения повторной проверки этого пробного соединения разговорный канал разблокируется и вновь вводится в эксплуатацию. Если проверка указывает на наличие повреждения, техперсоналу посылается аварийный сигнал и канал блокируется.

В любом случае пробное соединение заканчивается посылкой последовательности сигналов разъединения и освобождения. Во

всех случаях вторичной проверки исправности канала данные о результатах проверки должны выводиться на печать.

Проверка исправности с помощью пробных вызовов может проводиться техперсоналом в любое время, когда это необходимо. При этих условиях, несмотря на то, что пробные вызовы всегда оканчиваются сигналом разъединения, сигналы блокировки посылаются только по усмотрению техперсонала.

1.5.4. Сигнал принятия всей номерной информации

Сигналы принятия всей номерной информации должны вырабатываться входящей станцией, если коммутируемая сеть, куда поступает вызов, не имеет возможности обеспечить посылку электрических сигналов о состоянии вызываемой линии или если не посылаются электрические сигналы о занятости вызываемой линии. Конец номерной информации в системе сигнализации № 6 может быть определен одним из следующих способов:

— приемом сигнала КН (окончание набора);

— приемом максимального числа цифр, используемого в национальном плане нумерации;

— окончанием анализа национального номера, который определяет, что для направления вызова к вызываемому абоненту принято достаточное число цифр;

— принятием сигнала «конец искажения» от последующей сети;

— как исключение, если по выдержке времени 4—6 с после передачи последней цифры искаженной информации получено не было.

Станция с системой сигнализации № 6 не посылает сигнала принятия всей номерной информации, пока не принят сигнал исправности коммутируемого канала.

Входящая станция, использующая систему сигнализации № 6, получив сигнал принятия всей номерной информации или эквивалентный ему сигнал от последующей сети, должна выработать и передать такой сигнал после выдержки 15—20 с с момента принятия всей номерной информации от предыдущей станции. После этого станция выбирает из памяти информацию о направлении вызова и номерную информацию и передает сигнал принятия всей номерной информации на предшествующие участки после приема сигнала исправности канала.

Транзитная станция с системой сигнализации № 6, получив сигнал принятия всей номерной информации, должна выбрать из памяти информацию о направлении вызова и номерную информацию и передать сигнал принятия всей номерной информации на предшествующие участки. После приема сигнала принятия всей номерной информации исходящая станция с системой сигнализации № 6 освобождает регистры, проключает разговорный тракт между каналами, выбирает из памяти номерную информацию и информацию о направлении вызова и передает этот же или эквивалентный сигнал по предшествующему участку.

Если станция, посылающая сигнал принятия всей номерной информации, не способна определить, является ли вызываемый номер монетным автоматом или неоплачиваемым номером, посылается сигнал «номерная информация принята полностью, вызов оплачиваемый». Вместо сигнала о принятии номерной информации может передаваться сигнал «абонентская линия свободна», если входящая станция имеет возможность определить состояние абонентской линии (занята, свободна), при этом исходящая и транзитные станции сохраняют те же процедуры обработки, что и при сигнале принятия всей номерной информации.

1.5.5. Сигнал «номерная информация принята не полностью»

Каждая станция, использующая систему сигнализации № 6, должна посылать сигнал «номерная информация принята не полностью», разъединять соединение и стирать запись соединения из памяти всякий раз, когда определено, что нужное число цифр не получено. Определить это можно сразу, если принят сигнал КН или поступил сигнал «номерная информация принята не полностью» (или эквивалентный ему сигнал) от национальной сети, а также если сигнал КН не поступил в системе передачи номера с перекрытием 15—20 с после приема последней цифры номера абонента.

Каждая станция с системой сигнализации № 6 при приеме сигнала «номерная информация принята не полностью» посылает этот сигнал на предыдущую станцию с системой № 6, а также, когда это возможно, разъединяет соединение и стирает запись данных о вызове. Исходящая станция на основании этого сигнала передает вызывающему абоненту соответствующий акустический сигнал.

Номерная информация и информация о направлении стираются из памяти на каждой станции с системой № 6 после поступления сигналов:

— «принятие всей номерной информации»;

— «номерная информация принята не полностью»;

— перегрузки (если не предполагается производить повторную попытку);

— о состоянии вызываемой абонентской линии.

1.5.6. Перегрузка на коммутируемой сети

Сигналы перегрузки передаются при неудавшейся попытке установить соединение из-за перегрузки коммутируемого оборудования, пучка каналов на международных станциях или из-за перегрузки на национальной сети, включая занятость абонентской линии. Сигналы перегрузки могут посылаться до окончания процедуры передачи сигналов проверки исправности канала. Прием сигнала перегрузки на любой станции с системой № 6 вызывает посылку сигнала разъединения, а также:

а) автоматическую повторную попытку установления соединения или

б) посылку соответствующего сигнала или соответствующего акустического сигнала на предыдущую международную станцию или национальную сеть.

Если принят сигнал занятости от последующего международного участка, использующего другую систему сигнализации, он должен быть в системе № 6 закодирован как сигнал перегрузки. Все сигналы перегрузки от системы № 6, т. е. коммутационного оборудования, пучка каналов, национальной сети, преобразуются в сигнал занятости для передачи по предшествующему участку с использованием системы № 4 или № 5.

Если сигнал, эквивалентный сигналу занятости, принят входящей международной станцией от национальной сети, он должен быть закодирован как сигнал перегрузки национальной сети для передачи его по системе № 6.

1.5.7. Сигналы о состоянии вызываемой абонентской линии

Сигналы ответа и отбоя. В зависимости от информации, полученной на входящей международной станции от национальных сетей о состоянии вызываемой абонентской линии, могут быть посланы сигналы:

— занятости абонента (электрический);
— выключения линии из обслуживания;
— неиспользования национального номера;
— переключения номера абонента.

Эти сигналы могут посылаться без ожидания окончания проверки исправности трактов. По приему одного из этих сигналов исходящая международная станция разъединяет соединение, а вызывающему абоненту или телефонистке посылается соответствующий сигнал. Предшествующие участки, на которых используются системы сигнализации № 4 или № 5, будут передавать в этих случаях только сигнал занятости.

Сигналы «ответ», «ответ с оплатой» и «ответ без оплаты» передаются по мере приема их с национальной сети или с последующего международного участка. Сигнал «ответ без оплаты» будет использоваться, если получен сигнал «ответ без оплаты» с последующего участка или получен сигнал ответа, а сигнал «адресная информация передана полностью, без оплаты» или равнозначный сигнал передан в предшествующий участок.

Сигналы «ответ», «ответ с оплатой» и «ответ без оплаты» используются только в качестве первого сигнала ответа вызываемого абонента и являются сигналами с приоритетом. Ни один сигнал ответа не должен поступать на выходное устройство для передачи по ОКС до тех пор, пока не будет принят сигнал исправности тракта. Передача сигнала «ответ» с приоритетом обеспечивает проключение разговорного тракта от вызывающего абонента до вызываемого в минимально возможное время.

В исходящей международной станции зуммерный сигнал контроля посылки вызова прекратится после того, как будет принят сигнал ответа.

Сигнал отбоя посылается тогда, когда вызываемый абонент освобождает линию до поступления сигнала разъединения входящей международной станции. Сигнал отбоя не должен разъединять разговорный тракт на международной станции, использующей систему № 6.

Сигнал вмешательства. Если абонент вызван с помощью телефонистки, то он может привлечь внимание телефонистки нажатием рычажного переключателя телефонного аппарата. При каждом нажатии и отпускании переключателя посылаются последовательно сигналы отбоя и ответа.

Последовательные сигналы ответа и отбоя вызываемого абонента, получающиеся в результате нажатия и отпускания рычажного переключателя, будут производить следующую последовательность передаваемых сигналов: отбой ... 1; повторный ответ 1; отбой ... 2; повторный ответ 2; отбой ... 3; повторный ответ 3; отбой ... 1 и т. д.

В противоположность сигналу ответа сигнал повторного ответа не имеет приоритета. Нумерация последовательности сигналов отбоя и повторного ответа дает возможность восстанавливать последовательность в необходимом порядке в первой станции, использующей систему № 6, если первоначальная последовательность была нарушена в ходе повторной передачи одного или более сигналов. Последовательность нажатия и отпускания должна быть повторно передана телефонистке (или в предыдущий участок), и зафиксированные конечные условия линии должны соответствовать конечному состоянию рычажного переключателя вызываемого абонента.

Если в процессе международного разговора возникают какие-либо трудности, то телефонистка исходящей станции может привлечь на помощь телефонистку входящей станции посылкой сигнала «вмешательство».

Передача сигнала вмешательства при полуавтоматической связи может быть в любом из следующих случаев:

1. Если телефонистке исходящей связи необходимо вызвать вспомогательную телефонистку, то на входящей международной станции вызывается вспомогательная телефонистка, как только получен сигнал вмешательства.

2. После вызова по кодам 11 или 12, если основной телефонистке необходимо повторно вызвать телефонистку входящей станции, сигнал означает повторный вызов телефонистки этой станции после установления соединения на коммутаторах станции.

Сигнал разъединения. При передаче сигнала разъединения все международные станции должны реагировать на него посылкой сигнала освобождения независимо от того, является ли канал свободным или находится на любом этапе установления соединения. Сигнал освобождения возвращает все используемое

оборудование в исходное состояние, а вся информация, накопленная в памяти, относящаяся к этому вызову, стирается. Однако если этот сигнал передается в то время, когда канал заблокирован, то он не приводит к его разблокировке.

Сигнал освобождения посылается в ответ на сигнал разъединения, но не раньше, чем цепь готова к новому занятию. Блокировка цепи не должна задерживать передачу сигнала освобождения. Если канал невозможно вернуть в свободное состояние после сигнала разъединения, то канал должен быть исключен из эксплуатации, при этом станция посылает сигнал блокировки. После приема сигнала подтверждения блокировки посылается сигнал освобождения.

1.5.8. Непрохождение вызова

Сигнал непрохождения вызова посылается в случаях превышения выдержек времени, контролирующих прохождение сигналов. Кроме того, сигнал непрохождения вызова посылается при любой неудачной попытке посылки вызова, когда другие специальные сигналы не передаются, например: сигнал логического сбоя; сигнал «адресная информация передана не полностью»; сигнал перегрузки; сигнал состояния линий вызываемого абонента; сигнал запрещения передачи сообщений.

После приема сигнала непрохождения вызова в любой станции, использующей систему сигнализации № 6, посылается сигнал разъединения, кроме того, необходимо автоматически повторить попытку или послать в предыдущую международную станцию или на национальную сеть соответствующий функциональный сигнал или соответствующий акустический сигнал непрохождения вызова.

1.5.9. Анализ цифровой информации для определения направления

В международной транзитной станции необходимо проводить анализ нескольких цифр номера для определения направления к требуемой международной входящей станции или к другой международной транзитной станции.

Предметом анализа является код страны назначения. Но в некоторых случаях бывает необходимо проанализировать больше цифр. Поскольку первоначальная номерная информация НАС будет содержать все цифры, необходимые для направления вызова, выбор исходящей линии может быть начат сразу же по принятии этой информации.

В транзитной станции анализируется только начальная номерная информация. Оставшаяся номерная информация может направляться в следующую международную станцию без анализа сразу же после определения исходящей линии. Однако если адресные сообщения для данного вызова комбинируются заново, например, при смешивании нескольких адресных сообщений в одно, то в транзитной станции необходимо изменить при необходимости порядковый номер последующих адресных сообщений.

Если в транзитной станции номерная информация принимается блоком, т. е. одним сообщением, то она и передается блоком; если принимается с перекрытием, т. е. цифра за цифрой, то и передается с перекрытием.

Максимальное число цифр, которое должно анализироваться в международной транзитной станции, а также в исходящей международной станции для определения направления, равно 5. Код страны не будет передаваться по последнему участку международной цепи и поэтому будет использоваться отметка наличия кода страны «0».

1.5.10. Двойное занятие при двустороннем использовании каналов

При двустороннем использовании международных каналов может возникнуть ситуация одновременного занятия канала с двух концов, так как при использовании системы сигнализации № 6:

— время распространения в линии может иметь значительную продолжительность;

— начальная номерная информация может включать до шести сигнальных единиц;

— может появиться значительная задержка на обработку;

— за счет несвязанной работы может возникнуть дополнительная задержка в промежуточном пункте обработки сигналов.

Таким образом, в некоторых случаях соединения создается незащищенный интервал, во время которого может быть двойное занятие. Поэтому станция должна автоматически обнаруживать двойное занятие и принимать соответствующие меры. Двойное занятие выявляется в том случае, если для определенного канала станция принимает начальную номерную информацию.

Вероятность двойного занятия уменьшается при использовании обратного порядка искания в каждой оконечной станции одной и той же группы каналов двустороннего использования. Целесообразно этот метод искания использовать в тех случаях, когда система сигнализации № 6 применяется для цепей с большим временем передачи информации.

Двойное занятие можно значительно уменьшить, предоставив каждой станции возможность управления одной половиной каналов в группе каналов двустороннего использования. После обнаружения двойного занятия обработка вызова в управляющей станции для этого канала будет завершена, а принятая начальная адресная информация другого направления игнорируется. Вызов, обрабатываемый «неуправляющей» станцией, по этому каналу прекращается, отключается приемопередатчик контроля целостности тракта, присоединяется шлейф контроля, освобождается коммутационное устройство и т. д. (но без передачи сигнала разъединения). Автоматическая попытка повторения вызова может быть произведена либо по тому же самому, либо по любому другому направлению.

Для исключения двойного занятия в каналах двустороннего использования рекомендуется, например, заключить двустороннее соглашение между сторонами о том, что одна станция будет контролировать все каналы с нечетными номерами, а другая — с четными.

1.5.11. Последовательность сигналов блокировки и разблокировки

Сигнал блокировки передается для определенного канала, который исключается из эксплуатации до устранения повреждения оборудования или на время измерений.

Поскольку каналы, использующие систему сигнализации № 6, передают вызов в обоих направлениях, сигнал блокировки может быть послан с любой из двух станций. Прием сигнала блокировки означает запрещение вызовов, исходящих из этой станции до тех пор, пока не будет получен сигнал разблокировки, но сам по себе сигнал блокировки не означает запрещение вызовов вообще, входящих в эту станцию. Для каждого из этих сигналов (блокировки и разблокировки) необходим сигнал подтверждения; в ответ на сигнал блокировки передается сигнал подтверждения блокировки, а в ответ на сигнал разблокировки передается сигнал подтверждения разблокировки. Сигнал подтверждения не передается до тех пор, пока не произойдет соответствующее действие (блокировки или разблокировки). Сигнал разъединения не должен нейтрализовать сигнал блокировки и возвращать в рабочее состояние каналы, которые могут оказаться поврежденными. Блокированная цепь вернется в рабочее состояние после передачи сигнала подтверждения разблокировки на одной станции и приема этого сигнала на другой станции.

В случае приема сигнала блокировки после передачи начальной номерной информации и перед получением сигнала обратного направления, относящегося к этому вызову, необходимо предпринять автоматическую попытку повторной посылки вызова по другой цепи. Станция, принявшая сигнал блокировки, должна прервать первоначальную попытку осуществления вызова по каналу после передачи сигнала подтверждения блокировки.

Если сигнал блокировки передается в то время, когда цепь занята, или после передачи хотя бы одного сигнала обратного направления, относящегося к этому вызову, то в станции, принимающей сигнал блокировки, принимаются меры по предотвращению занятия данной цепи для последующих вызовов, исходящих из этой станции.

Тот факт, что линия занята вызовом, не должен задерживать передачу сигнала подтверждения блокировки (разблокировки). Если сигнал подтверждения блокировки (разблокировки) не поступает в течение 4—15 с после передачи сигнала блокировки (разблокировки), то последний повторяется.

Если сигнал подтверждения блокировки (разблокировки) не поступает в течение 1 мин после передачи самого сигнала, то вы-

зывается обслуживающий персонал. Блокировка канала с помощью сигнала блокировки должна длиться не более 5 мин, после чего в каждой оконечной станции линии дается аварийный сигнал. Если данная линия занята вызовом, то эта пятиминутная блокировка будет начинаться после разъединения канала. Если работы на канале намечается вести более 5 мин, то линия должна быть отключена из эксплуатации Международным управляющим центром обслуживания коммутационной сети.

1.6. Контроль исправности разговорного тракта

Поскольку в системе № 6 сигнализация не проходит по разговорному тракту, то необходимо проверить его исправность до начала разговора. Проверка осуществляется шлейфным способом, т. е. на одном конце канала подключается генератор и приемник, а на другом — шлейф. Шлейфная проверка не устраняет необходимости профилактических измерений тракта передачи.

Наличие эхозаградителя в цепи мешает проверке шлейфом, поэтому необходимо нейтрализовать действие экозаградителя во время проверки и восстановить его активность после окончания проверки.

Проверка исправности осуществляется по участкам при каждом сообщении. Для проверки исправности канала приемопередатчик (передатчик и приемник проверочного тонального сигнала) присоединяется к прямому и обратному трактам исходящей линии на первой и каждой последующей станциях, исключая последнюю станцию международного соединения, обслуживаемого системой сигнализации № 6. Шлейф проверки подключается к прямому и обратному трактам входящей цепи на каждой станции, за исключением первой станции международного соединения, обслуживаемого системой сигнализации № 6.

Частота проверочного тонального сигнала составляет $2000 \pm \pm 20$ Гц. Уровень передачи проверочного тонального сигнала должен быть -12 ± 1 дБм (в точке нулевого относительного уровня). Потери шлейфа проверки не должны превышать 0 дБм, принимая во внимание любое различие между относительными уровнями двух трактов в точке подключения.

Приемник проверочного тонального сигнала имеет следующие рабочие параметры:

— частота сигнала 2000 ± 30 Гц;

— диапазон уровня сигнала — абсолютный уровень мощности проверочного тонального сигнала — находится в пределах $-18+n \leqslant N \leqslant -6+n$ дБм, где n — относительный уровень мощности на входе приемника.

Параметры несрабатывания:

— уровень сигнала ниже или равен $-22+n$ дБм;

— частота сигнала 2000 ± 200 Гц.

Пределом является отклонение на 10 дБм ниже номинального абсолютного уровня проверочного тонального сигнала на входе

приемника. Если уровень падает ниже этой точки, то канал передачи считается неприемлемым. Длительность сигнала меньше 30 мс.

После положительной проверки непрерывности, включая проверку разговорного тракта в пределах станции, сигнал непрерывности тракта посылается в прямом направлении после получения сигнала непрерывности тракта от предыдущего участка, шлейф проверки на последующей станции отключается после приема сигнала непрерывности тракта. Если приемник проверочного тонального сигнала не принимает сигнал в течение 2 с, то осуществляется повторная автоматическая попытка.

Время выдержки при проверке непрерывности должно всегда превышать время распознавания непрерывности

$$t_{рн} = 2t_р + t_{тк} + t_{ср} + t_{пш} - t_{пп} + t_{ПАС},$$

где $t_р$ — время распространения; $t_{тк}$ — время срабатывания системы TASI [1]) для двух последовательных систем TASI (для соединений, использующих систему TASI, $t_{тк}=0$); $t_{ср}$ — время срабатывания приемника; $t_{пш}$ — время подключения шлейфа (максимальное); $t_{пш}$ — время подключения приемопередатчика (максимальное); $t_{ПАС}$ — время передачи сигнала ПАС.

Если переприем сигнала ПАС должен быть включен в $t_{рн}$, то может быть использована следующая формула:

$$t_{рн} = 4t_р + 2t_{ПАС} + t_{ПСЕ} + t_1 + t_2 + t_{пш} + t_{ср} - t_{пп},$$

где $t_{ПСЕ}$ — время передачи сигнала ПСЕ; t_1 — время между приемом сигнала НАС и посылкой сигнала ПСЕ; t_2 — время между приемом сигнала ПСЕ и посылкой сигнала ПАС.

Подключение и отключение оборудования и контроля непрерывности нейтрализации эхозаградителей следует относить к следующим стадиям процесса установления соединения.

1. Подготовка приемопередатчика на станции, применяющей систему сигнализации № 6. Эта операция должна начинаться по окончании обработки первоначального адресного сообщения, т. е. когда ПАС помещен в буфер для передачи.

2. Подготовка шлейфа. Эта операция должна начинаться в момент распознавания принятого адресного сообщения.

3. Отключение шлейфа контроля. Данная операция следует за приемом сигнала исправности или передачей сигналов, отмечающих, что сообщение не может быть установлено, т. е. за сигналами перегрузки цепей.

4. Отключение приемопередатчика как исключение, если не был получен сигнал исправности. Действие должно начинаться в момент распознавания сигналов «ответ», а также сигналов, отмечающих, что сообщение не может быть установлено или же при передаче сигнала разъединения. Рекомендуемое время для подключения и разъединения — 100 мс, предельное время — 200 мс.

---

[1]) TASI — электронная система статистического уплотнения во времени каналов межконтинентального подводного кабеля.

Глава 2.
ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ ПО ОКС

2.1. Методы передачи сигналов по каналам тч и физическим линиям

В целях уменьшения задержек при передаче сигналов и увеличения числа разговорных каналов, обслуживаемых одним ОКС, скорость передачи сигналов по ОКС желательно иметь по возможности большую. В настоящее время для некоммутируемых стандартных каналов тч допускается скорость 2400 бит/с. Согласно Рекомендациям МККТТ V-26 и Q-274 для передачи дискретных сигналов с данной скоростью применяется метод относительной фазо-разностной модуляции несущей частоты 1800 Гц. Входящий поток данных подразделяется на группы из двух импульсов (дибит). Каждый дибит кодируется изменением фазы несущей частоты относительно момента окончания передачи предыдущего дибита. На приемном конце рекомендуется применять дифференциальное когерентное детектирование.

Применяется следующее кодирование дибитов:

Дибиты	Изменение фазы
11	+45°
10	+135°
00	—135°
01	—45°

Таким образом, изменение фазы всегда имеет место при переходе от одного дибита к другому. Указанное свойство сигнала позволяет довольно легко выделить тактовую частоту на приемном конце и быстро восстановить тактовую сигнализацию после перерывов несущей частоты.

Передача сигналов осуществляется непрерывно в режиме полного дуплекса. Выходной уровень передачи —15±1 дБм в точке относительного нулевого уровня.

Оконечное оборудование синхронизируется модемом как на передающем, так и на приемном конце.

Чувствительность приемника лежит в пределах — 15±8 дБм. Тактовая синхронизация устанавливается в пределах 150 мс после начала приема данных и при пропадании несущей поддерживается в течение времени не менее 1 с. Для облегчения обнаружения ошибок, при длительных прерываниях несущей, модем комплектуется

детектором пропадания несущей, который определяет падение уровня несущей ниже —23 дБм. Детектор должен иметь постоянную времени 4—8 мс для обеспечения эффективного обнаружения ошибок.

Каналы тч, предоставленные для ОКС, должны удовлетворять всем международным рекомендациям, относящимся к каналам, предоставляемым для передачи данных (Рекомендация М102) в части стабильности остаточного затухания, амплитудно-частотных и фазо-частотных искажений, а также гладких и импульсных шумов.

Изменения остаточного затухания не должны превышать ±4 дБм. Гладкие шумы не должны превышать 7,7 мВ (—40 дБм) псофометрического напряжения, а импульсные шумы 70 выбросов в час свыше —24 дБм.

На каналах, имеющих пониженное качество (вероятность ошибки на бит $P_0 \geqslant 10^{-4}$), дискретные сигналы должны передаваться методом частотной модуляции согласно Рекомендации МККТТ V-23. Для передачи нулей используется частота 2100 Гц, а для передачи единиц — частота 1300 Гц (1700±400). Передача должна осуществляться без разрыва фазы несущей частоты. Преимуществом данного способа передачи является сравнительная простота модема и отсутствие необходимости предварительной коррекции канала тч. Однако, очевидно, вследствие меньшей скорости он может применяться только для обслуживания пучков небольшой емкости и, следовательно, с пониженными требованиями на время задержки сигналов.

Если ОКС организуется в ИКМ тракте с временны́м делением каналов, то, согласно Рекомендации МККТТ Q-273, скорость передачи должна быть равна или кратна 2000 бит/с. Для ОКС может быть использован первый разряд нулевого временно́го интервала, предоставленного для цикловой синхронизации. При этом могут быть получены дискретные каналы со скоростями 2000, 4000, 8000 бит/с. Эти скорости являются достаточными для обслуживания самых крупных пучков каналов. При необходимости для ОКС может быть предоставлен целиком какой-либо временной интервал, например 16, в котором скорость передач может быть доведена до 64 000 бит/с.

На зоновых и местных телефонных сетях пучки разговорных каналов могут проходить по физическим кабельным парам. В этих условиях для передачи дискретных сигналов можно применять упрощенный способ передачи сигналами постоянного тока низкого уровня. Передача осуществляется импульсами постоянного тока напряжением ±0,5 В. Передающее и приемное устройства выполнены по симметричной схеме для уменьшения влияния помех. Минимальное напряжение приема равно ±30 мВ. Характеристическое сопротивление приемника и передатчика примерно равно 100 Ом, так как при этом улучшается форма принимаемых импульсов и уменьшается влияние помех.

По литературным данным известно, что подобное устройство на скорости 2400 Бод имеет стоимость в 3—4 раза меньше стандартного модема с фазо-разностной модуляцией и обеспечивает дальность передачи порядка 15—20 км (на кабеле с диаметром жил 0,8). На меньших расстояниях может быть достигнута еще бо́льшая скорость (до 9600 Бод).

2.2. Повышение достоверности передачи в системе № 6 МККТТ

Общий канал сигнализации в системе № 6 МККТТ может обслуживать до 1500 разговорных каналов. Поэтому к нему предъявляются высокие требования по надежности и достоверности передачи. Согласно Рекомендации МККТТ Q-276 вероятность приема искаженного сигнала с необнаруженной ошибкой не должна превышать 10^{-8}. Для некоторых категорий сигналов, таких, как сигнал разъединения или сигнал включения счетчика оплаты разговора, эта величина не должна превышать 10^{-10}.

Ошибки обнаруживаются благодаря применению корректирующих кодов и детектора прерывания несущей. Затем отыскиваются ошибочные сигнальные единицы и при последующем их переспросе ошибки исправляются.

Рекомендуется применение циклического кода с образующим полиномом X^8+X^2+X+1. Кодирующее устройство, приведенное на рис. 2.1, состоит из регистра сдвига, между каскадами которого

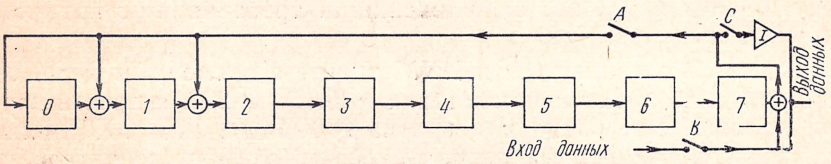


Рис. 2.1. Структурная схема кодировщика системы № 6:
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — каскады регистра сдвига; *И* — инвертор

в соответствии с образующим полиномом расположены сумматоры по модулю два, вторым входом соединенные с выходом.

Перед передачей очередной сигнальной единицы регистр устанавливается на нуль. Ключи *A* и *B* замыкаются, после чего на выход передаются 20 информационных бит данных, которые одновременно в регистре формируют проверочные биты. Затем ключи *A* и *B* размыкаются, а ключ *C* замыкается и проверочные разряды через инвертор передают на выход. Инвертирование необходимо для защиты от ошибок при циклическом сдвиге синхронизации.

На приемном конце 20 информационных бит сигнальной единицы заводятся в аналогичный регистр, после чего туда же подаются инвертированные во второй раз проверочные биты. В случае правильного приема во всех каскадах регистра должны находиться нули. Единица хотя бы в одном разряде регистра будет свидетельствовать о наличии ошибки. Сигнальная единица счи-

тается забракованной также, если во время ее приема детектор пропадания несущей зарегистрировал изменение несущей ниже допустимого уровня независимо от результатов кодовой проверки.

На передающем конце все сигнальные единицы сохраняются в памяти процессора до тех пор, пока на каждую из них не придет с противоположного конца отметка подтверждения. Если на данную сигнальную единицу придет отметка, показывающая наличие ошибки, то данная сигнальная единица подготавливается для повторной передачи. Многоединичные сообщения сохраняются в наличии до тех пор, пока не будут подтверждены все отдельные сигнальные единицы этого сообщения. В случае обнаружения ошибок в одной сигнальной единице многоединичного сообщения все сообщение должно передаваться повторно.

Синхронизирующие сигнальные единицы и сигнальные единицы подтверждения, в случае их искажения, повторно не передаются. При обнаружении ошибки все сигнальные единицы должны быть переданы повторно (за исключением ССЕ) независимо от состояния отметок подтверждения.

Синхронизация по блокам в системе № 6 осуществляется следующим образом. Перед началом работы обе станции передают блоки, содержащие одиннадцать ССЕ и одну СЕП. До наступления синхронизации номер подтверждаемого блока состоит из одних нулей, а индикаторы подтверждения равны единице.

Циклический номер передаваемого блока увеличивается на единицу с каждым переданным блоком. Каждое приемное устройство ожидает синхронизирующую последовательность в принимаемых данных. После опознавания этой последовательности анализируется номер ССЕ в блоке и проверяется правильность ее приема. Тогда приемное устройство будет готово к опознаванию соответствующей СЕП, правильный прием которой отличит достижение синхронизации по блокам. По достижении синхронизации в обратную сторону в составе соответствующей СЕП должны передаваться ответы подтверждения и циклические номера подтверждаемых блоков. Прием циклических номеров подтверждаемых блоков свидетельствует о наступлении синхронизации на противоположном конце и о возможности передачи информации. Однако начать передачу информации можно только после одноминутного испытательного интервала, в течение которого число искаженных сигнальных единиц не должно превышать 0,2%. В аварийной ситуации этот интервал может быть уменьшен до 2—3 с.

При потере синхронизации по блокам в процессе работы (повторной синхронизации) отметка подтверждения устанавливается на единицу, а номер подтверждаемого блока остается равным последнему правильно принятому блоку. Номер передаваемого блока продолжает циклически изменяться.

Тактовые частоты в системе № 6 должны иметь стабильность 0,005%, поэтому возникает некоторая разность тактовых частот между двумя станциями, что приводит к так называемому «дрейфу». В результате «дрейфа» может наступить состояние, когда на

станции с более низкой тактовой частотой ожидать передачи подтверждения будут два блока. В этом случае подтверждается только последний (второй) блок, а сигналы первого блока, оставшиеся неподтвержденными, передаются повторно. На станции с более высокой тактовой частотой может возникнуть обратное состояние, т. е. когда блоков подтверждения не окажется. В данном случае передается номер подтверждаемого блока, а отметка подтверждения передается в соответствии с последним принятым блоком повторно. На передающем конце эта повторная передача не опознается и игнорируется.

2.3. Кодонезависимый способ повышения достоверности по Рекомендациям МККТТ V-41

2.3.1. Общая часть

В системе используется передача информации фиксированными блоками по 260 бит.

Защита от ошибок достигается автоматическим повторением блока по запросу приемника данных. Если в приемнике предусмотрено запоминающее устройство, то обнаруженные ошибки могут не выдаваться на выход системы («чистая лента»). В передатчике должно быть предусмотрено запоминание, по крайней мере, двух блоков данных.

Поток бит делится на блоки, в каждый из которых входят 4 служебных бита, информационные биты и 16 ошибкообнаруживающих (или проверочных) бит в указанном порядке, причем проверочные биты образуются в устройстве циклического кодирования. Таким образом, каждый передаваемый в линию блок содержит 260 бит.

Система обнаруживает все нечетные количества ошибок в пределах одного блока, любой пакет ошибок, не превышающий 16 бит по длине, а также большой процент других последовательностей ошибок.

Моделирование на вычислительной машине показало, что фактор уменьшения коэффициента ошибок при длине блока 260 бит составляет примерно 50 000.

2.3.2. Процесс кодирования и проверки

Полагается, что служебные и информационные биты, взятые вместе, соответствуют коэффициентам полинома сообщения, имеющего члены от X^{n-1} (где n — общее число бит в блоке или в последовательности) до X^{16}. Этот полином делится по модулю 2 на образующий полином $X^{16}+X^{12}+X^5+1$. Проверочные биты соответствуют коэффициентам у членов от X^{15} до X^0 в полиноме остатка, получающегося по окончании этого деления. Полный блок, состоящий из служебных, информационных и проверочных бит, соответствует коэффициентам полинома, который без остатка делится по модулю 2 на образующий полином.

В передатчике служебные и информационные биты подвергаются процессу кодирования, эквивалентному делению на образующий полином. Получающийся при этом остаток передается в линию, начиная с бит самого высокого порядка, сразу же за информационными битами.

В приемнике приходящий блок подвергается декодированию, эквивалентному делению на образующий полином, которое при отсутствии ошибок приводит к нулевому остатку. Если это деление приводит к какому-либо другому остатку, то это свидетельствует о наличии ошибки.

2.3.3. Указание последовательности блоков

Четыре служебных бита в начале каждого передаваемого в линию блока указывают на последовательность блоков и являются управляющими сигналами, не несущими полезной информации. Однако именно управляющая функция обеспечивает возможность проверки порядка блоков информации во время повторений, гарантируя, таким образом, что информация не будет повторена, дополнена или перепутана местами. Три указателя последовательности блоков — A, B и C — используются циклически, в этом порядке. Указатель последовательности, закрепленный за каким-либо блоком информации, остается с этим блоком до тех пор, пока блок не будет правильно принят. Проверка указателей последовательности является дополнительной частью процесса проверки.

2.3.4. Последовательность передачи данных

Данные передаются блок за блоком, при этом содержимое каждого передаваемого блока вместе с его служебными битами сохраняется в запоминающем устройстве передатчика до тех пор, пока не будет достигнут правильный прием. Должно быть предусмотрено запоминание, по крайней мере, двух блоков. Если обнаруживается запрос, передатчик повторяет передачу с начала предыдущего блока путем обращения к запоминающему устройству.

Первый принятый блок данных в цикле повторения имеет приемную комбинацию служебных бит и, если проверка блока оказывается правильной, все данные этого блока выдаются на выход. Иногда первый блок может содержать неправильную комбинацию служебных бит либо из-за того, что передатчик данных получил ложный сигнал запроса, либо из-за того, что переданный сигнал запроса не был принят. В любом случае данные этого первого блока не учитываются. Если следующий блок оказывается при проверке правильным и имеет приемлемую комбинацию служебных бит, то его данные следует выдать на выход и возобновить нормальную работу.

Первый сигнал данных, после того как модем будет готов к передаче, представляет собой префикс фазирующей последовательности (0101), за ним следует фазирующее запоминание, а затем — фазирующая комбинация. Заполнение может иметь любую длину при условии, что оно содержит, по крайней мере, 28 переходов и не содержит фазирующей комбинации. Фазирующая комбинация выражается как 0101000010100101, начиная с любой цифры. Предусмотренные 28 переходов необходимы для фазирования по битам. За фазирующими сигналами следует блок А. Когда будет обнаружена комбинация (0101000010100101), синхронизация по блокам считается установленной. Допустимыми комбинациями служебных бит, которые могут следовать за фазирующей комбинацией, является только «указатель последовательности блоков А». При приеме других комбинаций служебных бит поиск фазирующей комбинации возобновляется.

Если приемнику не удается опознать приемлемый блок в пределах соответствующего времени, то приемник начинает непрерывную проверку входящего потока бит с целью обнаружить фазирующую комбинацию. При обнаружении этой комбинации синхронизация по блокам восстанавливается. Эта процедура идентична процедуре начала работы, за исключением того, что ожидаемая комбинация служебных бит всегда следует за последним указателем последовательности, который был принят.

При повторении нормального цикла несколько раз подряд (обычно 4 или 8 раз) передатчик должен предположить, что необходимо повторное фазирование. Нормальный цикл повторения заменяется циклом из трех блоков, содержащим фазирующий блок и два блока, повторявшихся перед этим. Фазирующий блок содержит префикс фазирующей последовательности, заполнение и комбинацию.

Поток информации может быть временно прекращен путем введения фазирующего блока. В случае короткого заполнения весьма важно, чтобы приемное оконечное оборудование опознавало фазирующий префикс и тотчас же само переходило в режим поиска фазы, иначе фазирование будет потеряно. При заполнении, дающем нормальную длину блока, переход в режим искания желательно осуществлять, не отказываясь от синхронизации блоков.

2.4. Система сигнализации ОКС, ориентированная на передачу знаков и бит с переменной длиной информационного блока

2.4.1. Организация системы

Большое количество направлений с мелкими пучками и большое общее количество разговорных каналов ($>10^6$) на сети приводят к необходимости организовывать сеть ОКС как несвязанную. При несвязанности сети и транзитном занятии необходимо передавать информацию о номере исходящей станции и номере транзитного узла. В этом случае удобнее формат сообщения перемен-

ной длины, который уменьшает количество ненужной информации и приводит к увеличению пропускной способности ОКС. Тогда систему ОКС можно представить как систему массового облуживания с относительным приоритетом. Приоритеты назначаются следующим образом:

Первый приоритет — информация о фазировании;
Второй приоритет — «запрос» (режим блокировки);
Третий приоритет — информация о неисправности канала ОКС;
Четвертый приоритет — первый сигнал «ответ»;
Пятый приоритет — прочие телефонные сигналы.

Сигналы, имеющие временные функции первых четырех приоритетов, передаются короткими блоками (не более одного сигнала в блоке) во избежание дополнительных задержек этих сигналов в системе. Сигналы пятого приоритета могут быть объединены в один длинный блок. Сигналы четвертого приоритета (ответ первый) передаются короткими блоками по одному сигналу в блоке. В нормальном режиме работы все вновь поступившие сигналы выстраиваются в две очереди четвертого и пятого приоритетов. Передаваемый в ОКС блок пятого приоритета не прерывается сигналом четвертого приоритета. Информация, не имеющая временной функции, может быть передана сигналами любой приоритетности.

2.4.2. Определение и порядок использования знаков управления передачей

Передача информации в системе ОКС контролируется процедурами управления системой ОКС, в которых некоторым знакам, выбранным из кодового набора, даются особые значения, соответствующие фазе передачи. На управление системой не влияют какие-либо знаки, кроме десяти знаков управления передачей.

Информация, подлежащая передаче, должна кодироваться в соответствии со стандартным кодом № 5 ИСО. Информация передается с использованием любой скорости передачи данных и осуществляется одновременной двусторонней передачей с контролем согласно процедурам, разработанным ИСО.

Приняты следующие обозначения знаков управления передачей:

SOH — начало заголовка;
STX — начало текста;
ETX — конец текста;
EOT — конец передачи;
EWQ — кто там?
ACK — подтверждение;
DLE — авторегистр 1;
NAK — отрицание;
SYN — синхронизация;
ETB — конец блока.

1. SOH используется в качестве первого знака заголовка информационного сообщения и передается ведущей станцией. Если

принимается заголовок, ему может предшествовать SOH, но в тексте этот знак недопустим.

2. STX используется для окончания заголовка и передается ведущей станцией. Тексту всегда должен предшествовать знак STX. Если имеется заголовок, то STX в сообщении означает конец заголовка. Если текст разделен на блоки, то каждому блоку должен предшествовать STX, в заголовке этот знак недопустим.

3. ETX обозначает конец текста. Если информационное сообщение разделено на блоки передачи, то знак ETX используется для окончания последнего блока. ETX требует ответа от ведомой станции. Этот знак означает, что следующий за ним знак есть знак проверки блока. ETX недопустим в тексте или в заголовке.

4. EOT используется для указания завершения одного или нескольких текстов и может передаваться как ведущей, так и ведомой станциями. Ведущая станция передает EOT для указания конца либо преждевременного прерывания передачи. Ведомая станция передает EOT, если она не может принять информацию. Этот знак недопустим в тексте или в заголовке.

5. ENQ используется в качестве запроса ответа от удаленной станции. Он недопустим в тексте и заголовке.

6. ACK является утвердительным ответом передатчику и передается только ведомой станцией. Знак ACK в фазе переноса информации указывает на то, что последнее переданное информационное сообщение было принято правильно и что ведомая станция готова принять следующее сообщение. Этот знак недопустим в тексте или заголовке.

7. DLE — знак, меняющий смысл ограничения числа следующих непосредственно за ним знаков. Только графические символы и знаки могут быть использованы в последовательностях.

8. NAK является отрицательным ответом передатчику. Знак NAK недопустим в тексте и заголовке.

9. Для достижения синхронизации по знакам используется знак SYN. SYN может быть передан ведущей и ведомой станцией, и может быть добавлен в любой точке последовательности знаков, но между ETX или ETB и знаком проверки блока BCS, а также внутри последовательности DLE знак SYN не применяется. В этих случаях он обычно устраняется на принимающей оконечной установке.

10. ETB указывает, что следующий после него знак есть знак проверки блока (BCS) и передается только ведущей станцией. ETB требует ответа ведомой станции.

2.4.3. Определение формата сообщений

Каждая передаваемая последовательность знаков содержит, по крайней мере, один знак управления передачей. Эти знаки не должны рассматриваться как информация. Информационные сообщения состоят из текста, которому может предшествовать заголовок. Маршрут сообщения указывается в заголовке. Другая дополнительная информация может быть либо в заголовке, либо в тексте.

SOH, STX, ETB и ETX используются только как знаки обрамления информации. Знаки управления EOT, ENQ, ACK и NAK используются для контроля передачи и не могут появляться рядом друг с другом.

Возможные форматы информационных сообщений:

STX — текст, ETX;

STX — текст, ETB;

SOH — заголовок, STX — текст, ETX;

SOH — заголовок, STX — текст, ETB;

SOH — заголовок, ETB.

В заголовок и в текст могут вставляться заполнители (например, SYN). Сообщения, прерванные знаком EOT, могут быть в дальнейшем продолжены. Знак NAK является указанием для ведущей станции о том, что ведомая станция не может принимать информацию.

Текст всегда заключен между знаками STX и ETX или ETB. Текст может быть подразделен на несколько информационных блоков. Каждый блок оканчивается знаком ETB. Последовательность проверки блока всегда следует за знаком ETB или ETX. Ведущая станция прекращает передачу после посылки одного или нескольких текстов и обычно не возобновляет передачу пока не будет получен ответ. Если информационное сообщение приемлемо и ведомая станция готова к приему, то ведомая станция отвечает передачей знака ACK. Тогда ведущая станция передает следующее информационное сообщение. Если информационное сообщение неприемлемо, ведомая станция отвечает знаком NAK. Тогда следующий блок передаваемых данных будет представлять собой обычно повторение предыдущего информационного сообщения.

2.5. Процедура управления двусторонним одновременным переносом информации в системе ОКС

Эта процедура наиболее эффективна в соединениях между двумя станциями при передаче информации по междугородной сети ОКС. В этом случае применяется полный дуплекс без отдельных контрольных каналов. Обе станции являются как ведущей, так и ведомой. Передатчик каждой станции передает тексты и блоки в стандартном формате.

После посылки ETX и ETB передатчик станции ждет обратную контрольную последовательность, которая может быть вставлена в поток информационного сообщения, принимаемого приемником станции. Если в течение соответствующего периода времени правильная обратная контрольная последовательность не получена, принимается действие по восстановлению. После приема текста или блока станция может вставить обратную контрольную последовательность в сообщение, но не между ETX или ETB и BCS. Все контрольные последовательности состоят либо из двойных знаков управления передачей, либо из одного знака управления передачей, которому предшествует несколько знаков с первым знаком

DLE. Контрольная последовательность внутри информационного сообщения не включается в суммирование для проверки блоков. При отсутствии ответа или неправильном ответе на информационное сообщение можно повторить предыдущее сообщение. Однако это может привести к удвоению блоков, поэтому нужно применять схему с нумерацией ответов.

Средний коэффициент ошибок при переносе информации через звено передачи данных системы ОКС должен быть сравним с тем, который в настоящее время достигнут в высококачественном периферийном вычислительном оборудовании, т. е. 10^{-7}—10^{-8} на каждый двоичный символ.

Для доставки правильной информации с минимальной задержкой в системе применяется высокая скорость передачи, порядка 2400—4800 бит/с.

2.6. Команды и ответы, используемые в системе ОКС

В системе применяются

команды:

R — возвращение в исходное положение,
SR — запрос приема с быстрыми ответами,
ER — запрос,

ответы:

A — прием;
№ 1 — ошибка в последовательности проверки кадра;
№ 2 — ошибка в порядковом номере;
№ 3 — прочие ошибки;
№ 4 — отсутствие ответа.

На передатчике данных передача ответов имеет относительный приоритет перед передачей информационных кадров.

В начале передачи передающая станция передает команду «возвращение в исходное положение» (R) для установки на нуль счетчика принимаемых последовательностей на приемной станции. Затем она ожидает ответного сигнала «прием» (A) с номером последовательности X (где X-15 — наибольший номер, допускаемый нумерационной схемой) до начала передачи и в случае неполучения ответа A в течение определенного периода времени повторяет команду R. Передача, следующая после правильного приема ответа A, начинается с номера последовательности «0».

Информационные кадры передаются с командой SR при каждом кадре до заполнения емкости накопителя повторной передачи передающего оконечного устройства. Обратный канал обязательно проверяется на наличие ответов. Передающая станция не должна ни в коем случае продолжать передачу после того, как число переданных кадров, ожидающих ответа, становится равным X. Передача ведется в числовой последовательности кадров при наличии постоянного поступления ответов A. Каждый ответ A рассматривается как подтверждение кадров, которые указаны в после-

довательности области управления, и подразумевает, что все кадры, предшествующие ему, приняты правильно.

Две станции должны осуществлять самостоятельный последовательный отсчет передаваемых и принимаемых информационных кадров. Счетчики приемника и передатчика могут работать асинхронно.

Если в какой-либо ситуации требуется от передающей станции определения состояния счетчика последовательностей на приемной станции, то передающая станция может послать команду ER. После передачи команды она ожидает приема ответа. По приеме ответа № 1 или № 2 передающая станция повторяет все кадры, начиная с кадра, указанного в ответе. Повторно переданные кадры должны иметь первоначальные номера последовательностей. Если ответ принимается во время передачи кадра, содержащего информацию, передача текущего кадра должна быть передана немедленно. Если ответ № 1 или № 2 принимается во время передачи кадра, не содержащего информации, то текущий кадр может быть закончен до начала повторной передачи. Повторно передаваемые кадры должны иметь первоначальные номера последовательностей.

После установленного заранее числа безуспешных попыток повторной передачи передающая станция должна дать указание о необходимости применения процедуры восстановления системы. Если ответ № 3 принимается во время передачи кадра, содержащего информацию, то этот кадр должен быть окончен немедленно. Передающая станция должна дать указание о необходимости процедуры восстановления системы. Ответ № 3 может содержать в себе определитель, характеризующий неисправность. Передача или повторная передача не должна начинаться до тех пор, пока система не будет восстановлена.

Если ответ не принят в течение времени, соответствующего нормальному времени ответа в системе после начала передачи или повторной передачи, передающая станция повторяет последовательность. После установленного заранее числа безуспешных попыток повторной передачи передающая станция должна дать указание о необходимости процедуры восстановления системы.

По приеме команды R счетчик последовательностей приемной станции устанавливается в исходное положение, и станция передает ответ A с номером последовательности X. Эта последовательность передается в любом случае, когда принята команда R.

Принятые кадры подтверждаются. В тех случаях, когда необходимо передать несколько положительных ответов, разрешается передача одного ответа A с номером последнего правильного принятого кадра. Отрицательный ответ № 1 передается на все кадры, имеющие ошибку в последовательности проверки кадров (BCS). Отрицательный ответ № 2 должен передаваться на все кадры, которые имеют правильную BCS, но неправильный номер кадра. Отрицательный ответ № 3 должен передаваться на все кадры, имеющие правильную очередность и правильную BCS, но не принятые по другим установленным причинам.

Номер в ответе должен быть номером следующего кадра, требуемого приемной станцией для правильной очередности. После передачи ответа не должен передаваться какой-либо другой ответ до тех пор, пока не будет правильно принят затребованный кадр, команда R или команда ER. Это означает, что все кадры до кадра с этим номером (исключая последний) приняты правильно. Допускается передача одного отрицательного ответа с номером следующего требуемого кадра во всех случаях, когда необходимо передать несколько положительных ответов.

Передающая станция осуществляет паузу в передаче информации после завершения передачи кадра, если передающая станция в данный момент не имеет кадров для передачи или если число переданных кадров достигло максимума.

Запрос ER предписывает приемной станции передавать ответы, начиная с того, который обозначен номером N в команде ER, и продолжая до N—1 включительно. При этом ответы с номерами до N—1 подтверждаются.

Глава 3.
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОКС

3.1. Характеристические параметры

Общий канал сигнализации, обслуживающий большое число телефонных разговорных каналов, оказывает существенное влияние на качество работы системы коммутации. Поэтому определение качественных показателей ОКС, как составной части коммутационной системы, является важным вопросом.

Особый интерес представляют следующие параметры или показатели ОКС:

— время пребывания или задержка сообщения в ОКС;

— надежность ОКС;

— вероятность приема сигнала с необнаруженной ошибкой.

Первый показатель необходим для определения времени установления соединения. При большом времени пребывания в коммутационной системе возникают скрытые потери. К надежности ОКС также предъявляются высокие требования, поскольку отказ ОКС приводит к отказу целого пучка телефонных каналов. Особенно опасным является прием сигналов с необнаруженной ошибкой. При этом может произойти ошибочное соединение или процессор может быть поставлен в неопределенную ситуацию. Появление таких ситуаций требует значительных затрат машинного времени на их обнаружение и исправление и поэтому является крайне нежелательным.

3.2. Задержка сообщений

Очевидно, что при передаче сигналов по индивидуальным, разделенным по времени каналам задержка сообщений в ОКС равна времени передачи сигналов через аппаратуру ОКС и канал связи. Этот наиболее простой случай является идеальным и в дальнейшем рассматриваться не будет. При адресном способе передачи сигналов расчет задержек значительно осложняется. Поток сообщений на вход ОКС поступает случайным образом, и при конечном времени передачи каждого сообщения на входе ОКС может образоваться очередь. В этих условиях задержки сообщений в ОКС следует рассчитывать, рассматривая ОКС как *однолинейную* систему массового обслуживания. В терминологии теории массового

обслуживания полной характеристикой такой системы будет время пребывания сообщения в системе, которое слагается из двух составляющих: времени ожидания в очереди и времени обслуживания. Очевидно, что в нашем случае время обслуживания соответствует времени передачи ОКС по каналу связи.

Время пребывания сообщения ($T_п$) будет, очевидно, случайной величиной, зависящей от загрузки ОКС и состояния канала связи. Представляет интерес определение двух характеристик этой случайной величины:

1) среднее время пребывания сообщения $T_п$,
2) вероятность превышения $T_{п\,ср}$ некоторой заданной величины T:

$$P\{T_{п\,ср} > T\}.$$

Среднее время пребывания сообщения в системе необходимо для расчета среднего времени установления соединения и при сравнении различных систем ОКС. МККТТ рекомендует оценивать систему № 6 именно расчетом этой величины. Величина $P\{T_п > T\}$ используется при определении скрытых потерь в случае большого времени передачи. Таким образом, $T_п = T_q + T_l + T_r$, где T_q — время ожидания в очереди на передачу; T_l — время передачи сообщения по ОКС; T_r — дополнительная задержка в аппаратуре на приемном конце.

Методика вычисления среднего времени ожидания в очереди на передачу известна [1]. Случайный поток сообщений, поступающий на ОКС, можно представить в виде суммы отдельных элементарных потоков с различными приоритетами, имеющих интенсивность λ и время передачи сообщений для каждого T.

Таким образом, каждый поток создает нагрузку

$$y_i = \lambda_i T_i. \tag{3.1}$$

Время задержки в очереди на передачу определяется по следующей формуле [1]:

$$T_{qk} = \frac{T_k \sigma_\alpha}{1 - \sigma_\alpha} + \frac{\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{i=m} y_i T_i}{(1 - \sigma_{k-1})(1 - \sigma_k)} - \frac{\frac{1}{2}\sum_{i \in \beta} y_i T_i}{(1 - \sigma_{k-1})(1 - \sigma_k)}, \tag{3.2}$$

где T_{qk} — среднее время ожидания в очереди сигналов k-го приоритета; y_i — нагрузка сигналов i-го приоритета; $\sigma_k = \sum_{i=1}^{i=k} y_k$, T_i — время передачи сигнала;

$$\sigma_\alpha = \sum_{i \in \alpha} y_i,$$

где α — множество приоритетов от 1 до k—1, которые могут прерывать передачу сигналов k-го приоритета; β — множество сигналов приоритета от $k+1$ до m, передача которых может быть прер-

вана сигналами k-го приоритета; m — общее множество приоритетов.

Первый член выражения (3.2) определяет дополнительную задержку, которая может иметь место в случае прерывания передаваемых сигналов сигналами более высокого приоритета, а третий член — уменьшение времени передачи из-за прерывания сигналов более низкого приоритета. Например, передача телефонных сигналов может прерываться передачей сигналов повышения достоверности, а телефонные сигналы, в свою очередь, прерывают передачу других сигналов. Если передача сигналов происходит без прерывания (с относительным приоритетом), то первый и третий члены равны нулю.

Если сигналы одного приоритета имеют различную длительность, то $y_i T_i = \Sigma y_j T_j$, где y_i и T_i — соответственно нагрузка и длительность сигналов внутри одного приоритета.

Среднее время ожидания в очереди необходимо рассчитывать с учетом того, что суммарная нагрузка от всех сигналов, включая вспомогательные и синхронизирующие сигналы, равна единице.

При большом количестве ошибок в канале связи длительность передачи нельзя считать постоянной. Она должна рассматриваться как дискретная случайная величина, задаваемая ступенчатой функцией распределения с переменными T_l и P_l. Тогда

$$T_i = \sum_{l=1}^{\infty} l T_l P_l. \tag{3.3}$$

Далее определяются дисперсия времени передачи и коэффициент вариации по формулам:

$$\left.\begin{aligned} D(T_i) &= T_i^2 \left[\sum_{l=1}^{l=\infty} l^2 P_l - \left(\sum_{l=1}^{l=\infty} l P_l \right)^2 \right]; \\ U_i^2 &= \frac{D T_i}{T_i^2}. \end{aligned}\right\} \tag{3.4}$$

Методика вычисления P_l и T_l приведена в [2], [3].

Принимается следующий порядок приоритетности сигналов:

1) сигналы подтверждения и переспроса;
2) сигналы о неисправности ОКС;
3) «ответ абонента»;
4) другие телефонные сигналы;
5) сигналы управления сетью;
6) сигналы синхронизации или «пустые».

Выражение (3.2) для случая передачи по системе сигнализации № 6 МККТТ может быть преобразовано следующим образом.

Для сообщений «ответ абонента»:

$$T_w = \frac{1 + (D-1) y_w}{(1 - y_c)(1 - y_c - y_w)} \frac{T_l}{2}. \tag{3.5}$$

Для других телефонных сигналов:

$$T_d = \frac{(D-1)\,y_c}{1-y_c}\,\frac{T_l}{2} + \frac{1+(D-1)\,y_d}{(1-y_c-y_w)\,(1-y_c-y_p)\,2}\,\frac{T_l}{2}, \qquad (3.6)$$

где T_w — среднее время ожидания в очереди сигнала «ответ абонента»; T_d — среднее время ожидания в очереди других телефонных сигналов длины l; D — число единичных сообщений в многократном сигнале; T_l — время передачи одного сигнала; y_c — нагрузка от сигналов подтверждения; y_w — нагрузка от сигналов «ответ абонента»; y_p — нагрузка от всех телефонных сигналов.

Для передачи по Рекомендации МККТТ V-41 эти выражения имеют следующий вид:

$$T_w = \frac{T_c\,y_c}{1-y_c} + \frac{\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{m} y_i T_i}{(1-y_c)\,(1-y_c-y_w)}; \qquad (3.7)$$

$$T_d = \frac{T_c\,y_c}{1-y_c} + \frac{\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{m} y_i T_i}{(1-y_c-y_w)\,(1-y_c-y_p)}. \qquad (3.8)$$

Эти выражения приведены для идеального канала связи. Поскольку каналы связи, предоставляемые для ОКС, имеют коэффициент ошибок по элементарным посылкам порядка 10^{-4}—10^{-5}, данными формулами можно пользоваться с достаточной точностью и в реальных условиях. Следует отметить также, что результаты, вычисленные по ф-лам (3.5)—(3.8), имеют несколько завышенное значение, поскольку характер поступления сигналов подтверждения предполагается также случайным. Однако эта ошибка невелика, поскольку нагрузка от самих сигналов мала.

Сравнение результатов расчетов по выражениям (3.5)—(3.8) с результатом моделирования очередей на ЭВМ [4] показало хорошее совпадение экспериментальных и расчетных данных.

Время передачи сигнала или сообщения k-го приоритета по каналу связи $T_{lk}=L_i/U$, где L_i — длина i-го сообщения в двоичных разрядах; U — скорость передачи, бит/с.

На приемном конце величина $T_r=t_з+t_д$ при передаче по системе сигнализации № 6, где $t_з$ — задержка сигнала в модеме; $t_д$ — время декодирования и время ввода сообщений в процессор. В практических расчетах временем $t_д$ можно пренебречь.

При использовании групповой блочной проверки по Рекомендации МККТТ V-41 величина T_r определяется следующим образом:

$$T_r = t_з + t_д + \frac{L-L_c}{2U} + \frac{L_c}{U}, \qquad (3.9)$$

где L_c — длина проверочного сообщения в конце блока; L — полная длина блока.

Появление дополнительной задержки связано с тем, что принятое сообщение должно храниться в буферной памяти приемника до тех пор, пока не будет принят весь блок.

Величина λ_i в выражении (3.1) определяется следующим образом: $\lambda_i = \lambda \Sigma P_j n_{ij}$, где λ — интенсивность потока соединений в пучке ($1\ с^{-1}$); P_j — вероятность данного вида занятия; n_{ij} — число сообщений длины i при j-м виде занятия.

Интенсивность потока соединений или вызовов в пучке каналов определяется по формуле

$$\lambda = \frac{y_p N}{2 t_p}, \qquad (3.10)$$

где y — нагрузка разговорного канала в пучке; N — число каналов в пучке; t_p — среднее расчетное время разговора.

На рис. 3.1 приведены зависимости среднего времени пребывания сообщений в ОКС при скорости передачи 2400 Бод. Длина

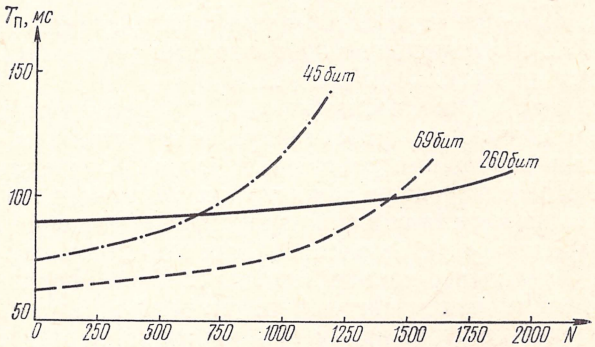


Рис. 3.1. Зависимость $T_п$ от N при кодонезависимом способе передачи от ОКС

блока при способе передачи по V-41 выбрана 260 или 69 бит. Из этих рисунков видно, что $T_п$ по V-41 всегда больше, чем по системе № 6. Однако система передачи по V-41 имеет примерно на два порядка бо́льшую помехозащищенность и поэтому может быть применена практически на любых каналах. Далее следует отметить, что при $N \leqslant 1000$ может быть выбрана длина блока 69 разрядов.

Определение функции распределения времени ожидания является довольно сложной задачей и полного ее решения в настоящее время нет. Имеются решения некоторых частных случаев, без разделения сигналов по приоритетам. При постоянной длине значений и аритмичном способе передачи для расчета времени ожидания в очереди можно пользоваться известной формулой Кроммелина. Под аритмичным способом передачи подразумевается способ, когда передача сообщения может начаться в любой момент времени при свободном канале связи. В более сложном случае, если канал связи имеет большое количество ошибок или когда

функция распределения длины сообщений имеет дискретные распределения с параметрами P_l, T_l, то функция $F_a(t)$ имеет вид [6]

$$F_a(t) = (1 - \lambda\bar{\tau}) \sum_{i=0}^{z} e^{-\lambda(t - i\tau)} \sum^{i} (-1)^j \lambda^j (t - i\tau)^j \sigma_i, \qquad (3.11)$$

где λ — параметр потока сообщения; $\bar{\tau} = \sum_{l=1}^{m} lP_l$ — среднее время обслуживания сообщения; j_i — целое положительное число, удовлетворяющее неравенству $i \leqslant jk < (i+1)$; $\sigma_i = \Sigma \frac{j!}{n_1!\ n_2!\ \ldots\ n_m!} \times$ $\times P_1^{n_1} P_2^{n_2} \ldots P_m^{n_m}$ является суммой полиномиальных членов суммы степеней полинома $\Sigma(P_1 + P_2 + P_m)$ и удовлетворяет системе уравнений

$$\begin{cases} n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \ldots + mn = i; \\ n_1 + n_2 + n_3 + \ldots + n_m = j, \end{cases}$$

где n_1, n_2, ..., n_m — целые положительные числа, принимающие значения 0, 1, 2 ... и являющиеся показателями степеней при соответствующих вероятностях P_1, P_2, P_3, ..., P_m.

Для перехода к циклическому режиму передачи рассмотрим систему передачи данных, работающую следующим образом. Информационные сообщения постоянной длины T передаются по каналу связи. После передачи каждого информационного сообщения передается «пустое» или синхронизирующее сообщение длины $T_{\text{син}}$. За время передачи «пустого» сообщения по обратному каналу поступает сигнал подтверждения или переспроса переданного сообщения. При поступлении сигнала переспроса информационное сообщение передается через время $T_{\text{син}}$ повторно. В отсутствие очереди на передачу непрерывно передаются «пустые сообщения». Функция распределения времени ожидания для этой системы имеет $F_y = F_T(t) - F_{T\,\text{син}}(t)$, где $F_{T\,\text{син}}(t) = 0$ при $t < T_{\text{син}}$; $F_T(t - T_{\text{син}})$ при $t \geqslant T_{\text{син}}$. В свою очередь,

$$F_T(t) = \frac{1 - \lambda\bar{\tau}}{\lambda T_{\text{син}}} \sum_{i=0}^{z} \sum_{j=1}^{i} \sigma_{ij} \left[e^{\lambda(t - i\tau)} \sum_{\eta=0}^{j} (-1)^{\eta} \frac{\lambda^{\eta} (1 - i\tau)^{\eta}}{\eta!} - 1 \right], \qquad (3.12)$$

где $\tau = T + T_{\text{син}}$, а остальные обозначения те же, что в ф-ле (3.1), причем P_l следует брать для циклического способа передачи.

Системы передачи данных с непрерывным режимом и безадресным переспросом можно рассматривать как систему массового обслуживания того же класса. В этом случае $\tau = T$, и в зависимости от числа блоков, перепринимаемых в процессе передачи, величины P_1, P_2, ..., P_m будут иметь следующие значения:

$$P_l = \begin{cases} 0 \text{ при } S = \dfrac{f - l - 1}{f} \text{ (нецелое число);} \\ P \text{ при } S = \dfrac{f + l - 1}{f} \text{ (целое число).} \end{cases}$$

При непрерывном синхронном режиме передачи, безадресном переспросе, постоянной длине сообщения и реальном канале связи $P_{н}\{F_q > t\} = \frac{1}{\rho} P_a\{T_q > t\}$, где $P_a\{T_q > t\}$ — табулированная величина, рассчитанная по формуле Кроммелина; ρ — загрузка ОКС (в эрлангах).

Выражения для функции распределения времени пребывания сообщения в этих условиях получены в работе [7]. Они равны для аритмичного режима:

$$F_{\text{пра}}(t) = \sum_{l=1}^{m} P_{la} F_a [(t + t_{н}) - l\tau]. \qquad (3.13)$$

В этом выражении $t_{н}$ — временной интервал между окончанием времени передачи сообщения и освобождением канала связи (время ожидания).

Для циклического режима

$$F_{\text{пр ц}}(t) = \sum_{l=1}^{m} P l_{ц} F_{ц} [(t + T_c) - l(T + T_c)]. \qquad (3.14)$$

Для непрерывного режима

$$F_{\text{пр н}} = \sum_{l=1}^{m} P_{ln} F_n [t - l\tau)]. \qquad (3.15)$$

3.3. Надежность ОКС

Обеспечение надежности ОКС имеет весьма важное значение, поскольку выход из строя только одного ОКС может привести к выходу из строя большого пучка телефонных каналов.

МККТТ в рекомендациях по системе сигнализации № 6 устанавливает норму на надежность ОКС по длительности перерывов в работе ОКС. Согласно этой норме перерывы длительностью от двух секунд до двух минут могут происходить не чаще чем один раз в год, а перерывы длительностью свыше двух минут не более одного раза в десять лет. Можно также определить надежность ОКС по значениям стационарных коэффициентов готовности или простоя.

ОКС непрерывно контролируется в процессе работы, и в случае выхода из строя или при ненормальных условиях работы включается резервное оборудование или резервный канал. Для этой цели имеется специальное контрольное оборудование, которое ведет простейшие наблюдения за качеством работы ОКС. МККТТ для системы сигнализации № 6 рекомендует контролировать следующие параметры сигналов, передаваемых по ОКС [4]:

1) Уровень несущей частоты сигнала. При этом ОКС считается находящимся в состоянии отказа, если уровень несущей частоты сигнала упадет ниже —23 дБм на время, равное или более 350 мс.

2) Появление ошибочных сигналов. ОКС считается находящимся в состоянии отказа, если в течение 350 мс все приходящие сигналы имели ошибки или если в течение 30 с 20% сигналов было принято с ошибками. Для ОКС, построенного по системе V-41, состоянием отказа, помимо пропадания несущей на время 350 мс, считается прием подряд определенного числа блоков с ошибками, после чего оконечное оборудование ОКС переходит в режим фазирования. Это число зависит от выбранной длины блока и находится в пределах 4—10.

Выбор способа резервирования определяется экономической целесообразностью. Например, в случае развитой сети ОКС следует применять несвязанный способ работы, поскольку он не требует дополнительного оборудования. Постоянное резервирование целесообразно применять на местных сетях, где стоимость оборудования значительно превышает стоимость каналов связи. На междугородных сетях, где каналы связи имеют высокую стоимость, предпочтительнее принять скользящий резерв по оборудованию ОКС и осуществлять выбор каналов для ОКС из числа разговорных.

При расчете надежности ОКС следует рассмотреть два основных случая:

1) Расчет скользящего резерва.

2) Расчет надежности квазисвязанного способа построения сети.

Поскольку телефонные коммутационные системы являются системами с восстановлением, то надежность системы, состоящей из нескольких ОКС, рассчитывается, как для обычных систем с восстановлением. Характер восстановления предполагается неограниченным, т. е. неисправный ОКС начинает ремонтироваться сразу же после отказа.

Коэффициент готовности системы ОКС со скользящим резервом определяется из следующего выражения [8]:

$$\kappa_{\Gamma} = \frac{1}{1+\gamma_c}, \tag{3.16}$$

где γ_c — параметр надежности ОКС. γ_c определяется из следующих выражений:

$$\gamma_c = \frac{C_N^n \gamma^n}{\sum_{i=0}^{n-1} C_n^i \gamma^i} \text{ (для нагруженного резерва);} \tag{3.17}$$

$$\gamma_c = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} C_n^i \frac{i!}{(k\gamma)^i}} \text{ (для ненагруженного резерва),} \tag{3.18}$$

где $\gamma = \lambda/\mu = T_{\text{в}}/T$ — параметр одного ОКС; $T_{\text{в}}$ — среднее время восстановления одного ОКС; T — среднее время между отказами;

k — число рабочих комплектов; n—1 — число резервных комплектов $N=k+(n-1)$.

Коэффициент простоя: $\kappa_{\text{п}}=\gamma_{\text{с}}/1+\gamma_{\text{с}}\approx\gamma_{\text{с}}$.

Расчет числа перерывов заданной длительности производится следующим образом.

Среднее число отказов за время T можно определить по формуле

$$M=\frac{T\kappa_n}{T_{\text{в}}/n}. \tag{3.19}$$

Для случая нагруженного резерва

$$M\approx n\,C_N^n\,\gamma^n\,\frac{T}{T_{\text{в}}}. \tag{3.20}$$

Отсюда число аварийных состояний за год

$$M=\frac{8760\,n}{T_{\text{в}}}\,C_N^n\,\gamma^n. \tag{3.21}$$

Для упрощения расчетов предполагаем, что распределение времени ремонта носит экспоненциальный характер:

$$F(t)=1-\exp\left(-\frac{n}{T_{\text{в}}}\,t\right). \tag{3.22}$$

Вероятность появления аварийного состояния длительностью от t_1 до t_2 в течение года составит величину

$$P_A=\frac{8760}{T_{\text{в}}}\,n\,C_N^n\,\gamma^n\left\{\exp\left(-\frac{n}{T_{\text{в}}}\,t_1\right)-\exp\left(-\frac{n}{T_{\text{в}}}\,t_2\right)\right\}. \tag{3.23}$$

Надежность ОКС в случае квазисвязанной сети определяется также исходя из условий неограниченного восстановления согласно методике, изложенной в [9].

Для каждого направления ОКС составляют функцию надежности в символической форме. При составлении этой функции коэффициенты готовности последовательно соединенных ветвей умножаются, а параллельных — складываются. Для вычисления численных значений символическую форму необходимо перевести в арифметическую. Для этого используют следующие преобразования:

$$x^*\,y^*\div\to xy,$$

$$x^*+y^*\div\to x+y-xy,$$

$$\bar{x}^*\div\to 1-\bar{x}.$$

После перевода функции надежности в арифметическую форму можно определить непосредственно численное значение.

Если рассчитывается коэффициент простоя, то необходимо функцию надежности перевести в двойственную форму, после чего получим запись функции неисправности в символической форме. Далее необходимо перейти опять к арифметической форме и вычислить численное значение, подставляя значения коэффициентов простоя отдельных ветвей. Проиллюстрируем эту методику следующим примером.

Пример. Требуется определить надежность направления ОКС при связи между точками АС, если конфигурация сети ОКС имеет вид рис. 3.11.

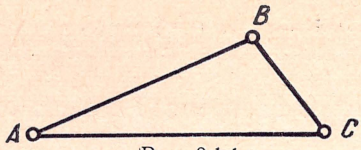


Рис. 3.1.1

Функция надежности в символической форме имеет вид $\kappa^*_{\text{ГС}}=\kappa_{\text{ГАС}}+\kappa_{\text{ГАВ}}+\kappa_{\text{ГВС}}$. Арифметическая форма данной функции $\kappa_{\text{ГС}}=\kappa_{\text{ГАС}}+\kappa_{\text{ГАВ}}-\kappa_{\text{ГВС}}-\kappa_{\text{ГС}}\kappa_{\text{ГВС}}\kappa_{\text{ГАВ}}$. Если предположить, что коэффициенты готовности всех ветвей одинаковы, то $\kappa_{\text{ГС}}=\kappa_{\text{Г}}+\kappa^2_{\text{Г}}+\kappa^3_{\text{Г}}$.

Функция неисправности в символической форме имеет вид $\kappa^*_{\text{НС}}=p_{\text{НАС}}(p_{\text{НАВ}}+p_{\text{НВС}})$, где, как и раньше, $p=1-\kappa_{\text{Г}}$.

Переходя к арифметической форме, получаем $\kappa^*_{\text{ПС}}=(p_{\text{АВ}}+p_{\text{ВС}}-p_{\text{АВ}}p_{\text{ВС}})p_{\text{АС}}$, или в случае одинаковых значений коэффициента неисправности $\kappa^*_{\text{ПС}}=2p^2-p^3$.

Предположим, что численное значение коэффициента неисправности одной ветви равно 10^{-3}. Тогда коэффициент неисправности направления АС будет равен $2\cdot10^{-6}$. При малых p (порядка 10^{-3}) можно пользоваться следующей приближенной формулой, которая дает верхнюю границу коэффициента неисправности: $\kappa_{\text{ПС}}=\prod_i n_i\kappa_{ni}$, где n_i — число последовательно включенных ветвей в i-й параллельной цепи; p_i — коэффициент простоя i-й цепи.

Вероятность приема сигналов с необнаруженной ошибкой должна быть не хуже 10^{-8}—10^{-10} по рекомендации МККТТ. Она определяется следующей формулой:

$$p_{\text{но}}\approx\frac{1}{2^{n-k}}\sum_{i=d}^{n}p(in)=\frac{1}{2^{n-k}}p(d\geqslant n),$$

где n — полное число разрядов в сигнале или блоке; k — число информационных разрядов в сигнале или блоке; d — кодовое расстояние; $p(in)$ — вероятность появления ошибок кратности i в сигнале или блоке длиной n.

В условиях сильного пакетирования ошибок, что имеет место на реальных каналах связи, вероятность необнаруженной ошибки может быть заменена следующей приблизительной формулой: $p_{\text{но}}\approx1/2^{n-k}p(\geqslant1n)$, где $p(\geqslant1n)$ — вероятность поражения блока или сигнала хотя бы одной ошибкой. Применение данной формулы освобождает от трудоемких вычислений функции $p(in)$ и дает верхнюю оценку Р.

Известно, что на реальных каналах связи междугородной сети большинство ошибок обусловливается влиянием кратковременных перерывов или снижением уровня сигналов на величину, бо́льшую чем 17,5 dB. Доля таких перерывов не должна превышать $1\cdot10^{-5}$ за часовые отрезки времени. Допускается появление не более одного перерыва в час. Таким образом, средняя длительность одного перерыва равна примерно 36 мс.

Вероятность $P(\geqslant1n)$ определяется известным выражением [11]: $p(\geqslant1n)=1-e^{-\lambda_{\text{п}}(\overline{\tau}_{\text{п}}+\tau_{\text{с}})}$, где $\lambda_{\text{п}}$ — параметр потока перерывов; $\tau_{\text{п}}$ — средняя длительность перерыва; $\tau_{\text{с}}$ — длина сигнала или блока.

В нашем случае $\lambda_{\text{п}}=\frac{1}{3600}$, $\tau_{\text{п}}=36$; 10^{-3} с, $\tau_{\text{б}}=11{,}4$; 10^{-3} с для системы № 6 и $\tau_{\text{б}}=28{,}6$; 10^{-3} с для системы, построенной на основании Рекомендаций V-41 с длиной блока 69 разрядов. Подставляя эти значения, имеем $p(\geqslant1n)\approx\approx1{,}22$; 10^{-5} для системы № 6 и $p(\geqslant1n)\approx1{,}8$; 10^{-5} для системы по V-41.

Вероятность необнаруженной ошибки: $p_{\text{но}}=1{,}2\cdot10^{-5}/28=4{,}7\cdot10^{-8}$ для системы № 6 и $p_{\text{но}}=1{,}8\cdot10^{-5}/2^{16}=2{,}7\cdot10^{-9}$ для системы по V-41.

Как видно из приведенного выше примера, кодовая защита, построенная на основании Рекомендаций V-41, позволяет удовлетворить требованиям на достоверность при передаче сигналов по существующим каналам.

Кодовая защита, рекомендованная в системе № 6, не позволяет получить заданную величину $p_{но}$. Поэтому при применении такой системы необходимо использовать дополнительные меры повышения достоверности, например аналоговые. Следует отметить, что МККТТ рекомендует применять одновременно с модемом детектор пропаданий несущей частоты или детектор перерывов. Такой детектор представляет собой законченный конструктивный узел, подключаемый к выходу канала связи параллельно модему. Он обнаруживает все изменения уровня несущей частоты ниже 23 дБм и длительностью свыше 5—8 мс.

3.4. Потери в системе

В случае транзитного занятия сообщения, принятые в систему с занятой буферной памятью, будут потеряны. Систему ОКС можно рассматривать как систему с бесприоритетным заполнением памяти системы и заполнением свободных мест при приоритетном обслуживании.

Поскольку нормальный режим является в системе основным, то приближенно систему можно рассматривать с двумя потоками заявок — λ_1 и λ_2. Из них λ_1 имеет относительный приоритет при обслуживании заявок (λ_1 — параметр потока сообщений «ответ», λ_2 — параметр потока сообщений остальных телефонных сигналов). При этом время обслуживания постоянно для каждого типа заявок. Потеря заявок при отсутствии свободных мест в памяти системы происходит независимо от приоритета. Бесприоритетное последовательное заполнение памяти и независимое пуассоновское поступление заявок приводят к тому, что количество мест в памяти, занятое заявками различных типов, распределяется пропорционально параметрам потоков: $\overline{n}=r\lambda_1/(\lambda_2+\lambda_1)$; $\overline{m}=r\lambda_2/(\lambda_1+\lambda_2)$, где r — величина памяти системы; $\overline{n}$ — среднее количество заявок первого приоритета, $\overline{m}$ — среднее количество заявок второго приоритета.

Заявка первого приоритета может быть потеряна, если очередь таких ожидающих заявок превышает число n. В этом случае вся буферная память заполнена заявками в соотношении λ_1/λ_2 и при поступлении очередной заявки первого или второго типов заявка первого типа может быть потеряна с вероятностью $\lambda_1/(\lambda_2+\lambda_1)$.

Поскольку времена обслуживания заявок первого и второго приоритетов находятся в соотношении $T_2/T_1<10$, то при нагрузке на ОКС $\rho\leqslant 0{,}5$ можно не учитывать влияние загрузки системы обслуживанием заявок второго приоритета на загрузку системы оставшимися в очереди заявками первого приоритета. При данных

ограничениях вероятность потерь заявок первого приоритета (сигналы «ответ») при постоянном времени обслуживания можно оценить по следующей формуле [1]):

$$\pi_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 + \lambda_1} \frac{1 - \rho_1}{1 - \rho^{2n+1}} \rho_1^{2n}.$$

Заявка второго приоритета может быть аннулирована очередным поступившим сообщением первого приоритета или второго приоритета при последовательной записи и приоритетном обслуживании в следующих случаях:

— если за период занятости системы обслуживанием заявок высшего приоритета обработано не менее среднего числа заявок n, заполняющих память системы;

— если число заявок первого приоритета, обработанных за период занятости, меньше среднего числа сообщений заявок высшего приоритета, то система не обеспечила обработку данной заявки второго приоритета к моменту записи на ее место очередного сообщения. Вторая составляющая потери может быть исключена, поскольку времена обработки заявок первого и второго приоритетов соизмеримы. Вероятность потери заявок второго приоритета при их выбывании вследствие большой длительности занятости системы обслуживания заявок высшего приоритета равна вероятности наличия в памяти на любом фиксированном месте заявки второго приоритета, умноженной на вероятность обработки за период занятости больше n заявок первого приоритета.

Эта вероятность при постоянном времени обслуживания оценивается следующей формулой [1]:

$$\pi_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 + \lambda_1} \frac{\rho^{n-1} l^{n(1-\rho_1)}}{\sqrt{2n}\, n^{3/2}} \frac{1}{1 - \rho_1 l^{1-\rho_1}}.$$

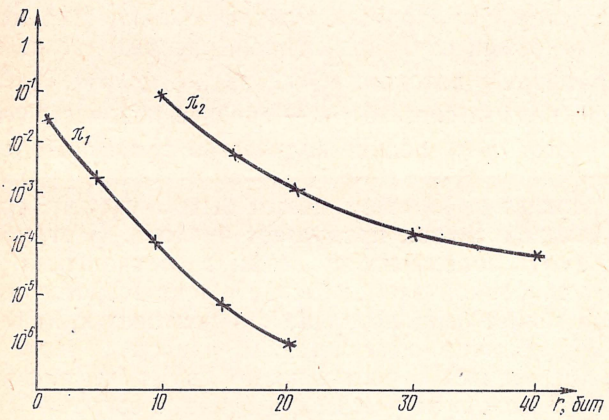


Рис. 3.2. Зависимость вероятности потерь от емкости буферной памяти

Для заявок первого приоритета, увеличивая буферную память от 1 до 15, можно понизить потерю обслуживания от $5 \cdot 10^{-2}$ до $6{,}4 \cdot 10^{-6}$. На рис. 3.2 приведены зависимости π_1 и $\pi_2 = f(r)$.

Таким образом, выбирая соответствующим образом объем буферной памяти, можно снизить вероятность потерь сообщений до требуемой величины.

3.5. Время установления соединения

Разговорный тракт в системе устанавливается в соответствии с сигналами, передаваемыми по ОКС, при этом используется метод проверки разговорного тракта «по участкам». Этот метод находится в полном соответствии с изложенным в спецификациях системы № 6 МККТТ.

Отсчет времени на целостность разговорного тракта начинается с момента, когда передается сигнал управления соединением и оканчивается проключением разговорного тракта после проверки. После приема на входящей станции сигнала управления соединением на ней включается шлейф. Входящая станция воспринимает сигнал управления соединением как приказ на включение в разговорную цепь приемопередатчика. После приема контрольной частоты на приемнике вырабатывается сигнал «положительный результат контроля». Этот сигнал служит приказом на отключение приемопередатчика исходящей станции и шлейфа — входящей.

В этом случае время проверки на исправность разговорной цепи $t_{\text{ШП}} = t_{\text{УС}} + 2t_{\text{ПП}} + 2t_{\text{Ш}} + t_{\text{РП}} + 4t_{\text{Р}} + t_{\text{РК}}$, где $t_{\text{Р}}$ — время распознавания сигнала по каналу ОКС, $t_{\text{Ш}}$ — время размыкания (замыкания) шлейфа, $t_{\text{ПП}}$ — время подключения (отключения) приемопередатчика, $t_{\text{РП}}$ — время распознавания контрольной частоты приемопередатчика, $t_{\text{УС}}$ — длительность сигнала управления соединением, $t_{\text{РК}}$ — длительность сигнала «результат контроля».

Время установления соединения — это чистое время занятия ОКС от начала передачи сигнала управления соединением со стороны исходящей станции до получения сигнала «ответ» без учета времени ожидания этого сигнала. Оно рассчитывается как $t_{\text{У}} = (t_{\text{ПП}} + t_{\text{ШП}} - t_{\text{ОР}} - t_{\text{УС}} - t_{\text{РК}}) QC$, где C — коэффициент, учитывающий несвязанность ОКС; $t_{\text{ПП}}$ — среднее время пребывания информации в системе, приходящейся на один вызов; $t_{\text{ОР}}$ — время пребывания сигналов освобождения, разъединения и отбоя в системе; $Q = p_0 + \sum_{i=1}^{4} \kappa_i p_i$ — средний коэффициент транзита при установлении соединения, где $\kappa = 1, 2, 3, 4$ количество участков ретрансляций (путь последнего выбора не превышает четырех участков); p_i — вероятность соединения с i-м количеством участков ретрансляции; p_0 — вероятность прямого соединения.

При этом сеть ОКС, составленная из одного, двух, трех и четырех участков, предполагается несвязанной с коэффициентом транзита Q.

Тогда коэффициент C, учитывающий несвязанность ОКС, будет определен как $C=\alpha+(1-\alpha)\sum_{j=1}^{4}\kappa_j p_j$, где p_j — вероятность организации ОКС с j-участками ретрансляции.

И окончательно:

$$\overline{t}_{\text{у1}}=(\overline{t}_{\text{п1}}+\overline{t}_{\text{шп}}+\overline{t}_{\text{ор}}n_{\text{ор}}-\overline{t}_{\text{ус}}-\overline{t}_{\text{рк}})\left(p_0+\sum_{i=1}^{4}k_i p_i\right)\times$$

$$\times\left(\alpha+(1-\alpha)\sum_{j=1}^{4}\kappa_j p_j\right).$$

Пример. Для сети $\alpha=0{,}6$. При средней длине блока $t_{\text{сб}}=74{,}5$ мс средняя времени пребывания информации в системе ОКС на один вызов $t_{\text{п1}}=514$ мс и длине ОКС $L=10$ тыс. км и коэффициенте $CQ=3$ среднее время установления соединения на сети ОКС $t\leqslant 1{,}3$ с.

Глава 4.
НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ОКС

4.1. Система DEX-1

4.1.1. Общая часть

Квазиэлектронная АТС системы DEX-1 создана концерном NTT в Японии в период 1964—1967 гг. с целью проверки принципов создания станций большой емкости с программным управлением.

Прототипом станции является американская АТС ESS № 1, разработанная фирмой «Белл». Разработчиками было предусмотрено иметь в составе этой станции оборудование ОКС. В процессе разработки это оборудование было моделировано. Передача данных по ОКС осуществляется со скоростью 2400 Бод с использованием относительной фазовой манипуляции. Достоверность повышается благодаря применению решающей обратной связи.

4.1.2. Форматы сигнальных единиц и коды сигналов

Вся информация в ОКС системы DEX-1 передается сигнальными единицами, имеющими строго фиксированную длину в 32 разряда. Первые четыре разряда любой сигнальной единицы являются заголовком, т. е. определяют вид сигнала, а последние восемь — проверочные. Различают два вида сигнальных единиц — одиночные и многократные. В одиночных сигнальных единицах следующие за заголовком восемь разрядов несут непосредственно сигнальную информацию, а последующие двенадцать являются адресной частью сигнальной единицы и характеризуют номер разговорной цепи.

Многократные сигнальные единицы используются для передачи сигналов управления соединением и, в свою очередь, подразделяются на начальные и последующие. Структура начальной сигнальной единицы может совпадать со структурой одиночной, за исключением разрядов 5—12, где разряды 9—12 характеризуют первую цифру номера вызываемого абонента в двоично-десятичном коде, а разряды 5—8 несут дополнительную информацию о категории соединения, виде связи и т. д. Остальная цифровая информация о номере вызываемого абонента передается в составе последующих сигнальных единиц. Форматы одиночной и многократной сигнальных единиц показаны на рис. 4.1.

Кодозащита в системе осуществляется по правилу «горизонтальной» четности. При этом первый проверочный разряд является дополнением до четности 1, 9 и 17 разрядов, второй 2, 10, 18 и т. д. Выбор этого кода обусловлен тем, что его способность обнаруживать пачки ошибок такая же, как у циклического кода с тем же самым числом проверочных разрядов, однако процессы

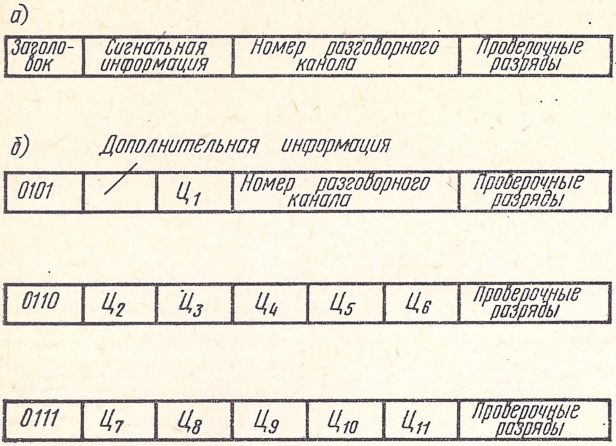


Рис. 4.1. Форматы телефонных сигнальных единиц:
а) одиночная сигнальная единица; *б)* многократная сигнальная единица

кодирования и декодирования при применении такого кода легко реализуются программным путем. Для независимых ошибок при исходной достоверности в канале связи порядка $p_0 = 10^{-5}$ коэффициент необнаруженных ошибок равен $\kappa_{но} = c^2_n p^2_0 = 0{,}48 \cdot 10^{-8}$, где n — число проверочных разрядов.

При импульсных шумах и перерывах коэффициент необнаруженных ошибок для такого кода рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{но} = \frac{r_в}{2400 \cdot 3600} \{2^{n-k}(k - 2^{n-k} + B - 3) - 2^{-B}(k - B - 3)\},$$

где r_B — вероятность появления пачки ошибок длины B; k — число информационных разрядов в сигнальной единице; n — полное число разрядов.

Расчеты, проведенные с учетом характеристик потока ошибок в реальных каналах связи, показывают, что и в этом случае коэффициент необнаруженных ошибок не превосходит 10^{-8}.

4.1.3. Способ повышения достоверности

В системе ОКС DEX-1 повышение достоверности осуществляется методом решающей обратной связи при группировании сигнальных единиц в блоки. Однако в целях уменьшения задержек сигна-

лов перепрос осуществляется не целыми блоками, а более мелкими группами сигналов.

Временная диаграмма повышения достоверности изображена на рис. 4.2. Передаваемая информация разбивается на блоки, со-

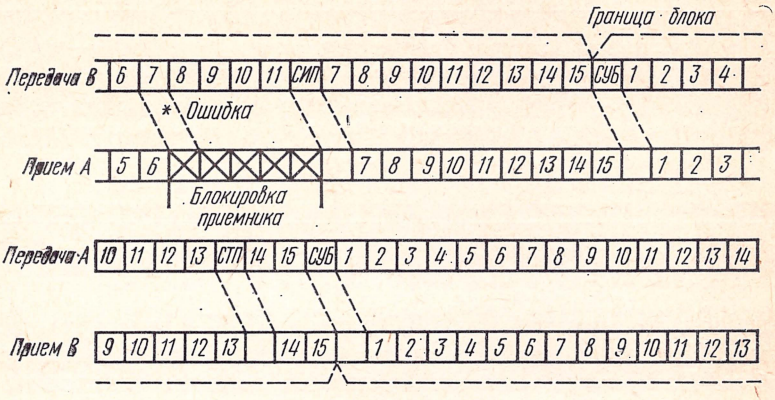


Рис. 4.2. Способ повышения достоверности

стоящие из шестнадцати сигнальных единиц. Первая сигнальная единица в каждом блоке предназначается, главным образом, для различия блоков и содержит сигнал управления блоком СУБ (Block control sequence). Кроме того, СУБ содержит циклические номера передаваемого блока и принятого с противоположной стороны блока во время передачи данного блока. СУБ подразделяются на две модификации — $СУБ_1$ и $СУБ_2$. $СУБ_1$ посылается в том случае, когда принятый блок не содержит ошибок ни в одной сигнальной единице. Прием этого сигнала дает команду на стирание подтверждаемого блока из памяти передатчика. $СУБ_2$ посылается, если блок содержит обнаруженные ошибки.

При обнаружении ошибок приемник блокируется и на противоположную сторону немедленно посылается сигнальная единица, содержащая сигнал требования повторения (Repeat request signal) СЕП. В состав этого сигнала входят номер принимаемого блока и номер сигнальной единицы, в ответ на которую был принят СЕП. Перед каждой повторной передачей передается специальная сигнальная единица, содержащая сигнал—указатель повторений (СИП). В состав СИП входят номера передаваемого блока и сигнальной единицы в блоке. Прием СИП прекращает блокировку приемника.

Следует отметить, что блокировка приемника не исключает возможности приема СЕП.

Форматы СУБ, СЕП и СИП приведены в табл. 4.1.

При отсутствии информации на передающем конце в линию передаются «пустые сигналы», служащие для сохранения синхронизации.

Таблица 4.1

Форматы СУБ, СЕП и СИП

2-го разряда	Вид сигнала 4-го разряда	4-го разряда	4-го разряда
$СУБ_1$	Циклический номер передаваемого блока	Циклический номер принятого блока	—
$СУБ_2$			Индикатор ошибки
СЕП	—	Циклический номер принятого блока	Номер сигнальной единицы в блоке
СИП	Циклический номер передаваемого блока	—	Номер сигнальной единицы в блоке

4.1.4. Синхронизация

Тактовая синхронизация в ОКС системы DEX-1 поддерживается модемом. Цикловая синхронизация осуществляется безмаркерным способом. После включения порядок установления синхронизации следующий: каждая сторона посылает в линию специальные синхронизирующие сигнальные единицы $СИС_1$. Если приемная сторона распознает эти единицы и войдет в синхронизм, она посылает в сторону противоположной станции синхронизирующие сигнальные единицы другого вида $СИС_2$. Прием $СИС_2$ означает, что в данном направлении синхронизация установлена и можно начинать нормальную работу. Недостатком этого способа является потеря времени на повторное фазирование при случайных потерях синхронизации. Повторное фазирование происходит в процессе работы таким же образом. Переход в режим повторного фазирования осуществляется при приеме недопустимо большого числа искаженных сигналов, например четырех из восьми, следующих друг за другом.

4.1.5. Процедура установления соединения

После набора номера вызывающим абонентом по ОКС на входящую станцию посылаются сигнал управления соединением, содержащий набранный номер, признаки соединения и номер выбранной соединительной линии. После приема этого сигнала входящей станцией необходимо проверить исправность разговорного тракта. Для проверки исправности тракта со стороны входящей АТС в разговорный канал посылается частота f_1. На исходящей станции прием частоты f_1 вызывает посылку частоты f_2 в сторону входящей АТС, где прием этой частоты прекращает передачу f_1 и в дальнейшем передачу f_2. На этом проверка исправности разговорного тракта может считаться законченной. Занятие данного канала отмечается специальным сигналом, передаваемым по ОКС.

После проверки исправности разговорного тракта входящая

станция производит пробу вызываемого абонента на занятость и посылает в его сторону сигнал вызова. Одновременно в сторону вызывающего абонента посылается по соединительной линии соответствующий акустический сигнал. «Ответ абонента» сопровождается сигналом, посылаемым по ОКС, который необходим для начисления повременной оплаты за разговор.

Процесс разъединения происходит обычным образом посредством посылки сигналов отбоя, разъединения и освобождения. В период пробной эксплуатации не предполагается использовать специальное оборудование для проверки разговорного тракта, поскольку соответствующая частота посылается передатчиком и приемником многочастотной системы сигнализации, которая будет установлена на станции для связи с существующими системами АТС.

4.1.6. Построение оборудования

Оборудование ОКС в системе DEX-1 подразделяется на два вида:

— оборудование управлением ОКС (Common signal control);
— оконечное оборудование ОКС (Common signal terminal).

Функциональная схема включения этого оборудования в АТС представлена на рис. 4.3.

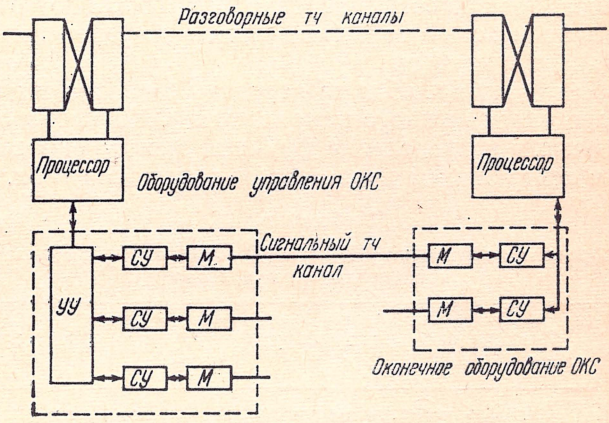


Рис. 4.3. Функциональная схема ОКС

Оконечное оборудование ОКС передает информацию из процессора в канал связи и обратно. При этом сигналы подвергаются только незначительной вспомогательной обработке. Управляющее оборудование ОКС, помимо функций, осуществляет также операции, выполняемые процессором, связанные с повышением достоверности. Очевидно, что это оборудование целесообразно устанавливать только в крупных транзитных узлах в целях разгрузки центрального процессора. Связь оконечного оборудования ОКС с

процессором или управляющим устройством соединения и его структура показаны на рис. 4.4.

Оконечное оборудование ОКС содержит следующие основные части: модем М, сигнальное устройство СУ, устройство подключения УП, проверочное устройство ПУ.

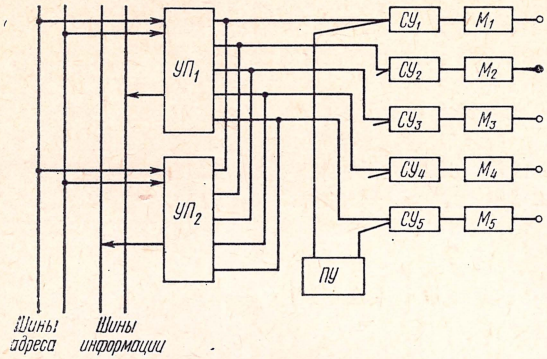


Рис. 4.4. Структурная схема организации ОКС при наличии резерва

Связь центрального процессора с оконечным оборудованием ОКС осуществляется следующим образом. Центральный процессор периодически опрашивает оконечное оборудование. В момент опроса оконечное оборудование передает информацию о состоянии, после чего происходит взаимный обмен информацией, подлежащей передаче или приему.

С учетом затрат времени на передачу сигналов и их обработку в процессоре опрос каждого направления ОКС производится с интервалом 8 мс. Распределение функций между оконечным оборудованием и центральным процессором показано в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Распределение функций ОКС между оконечным оборудованием и центральным процессором

Передача	Функции оконечного оборудования	Функции процессора (программная часть)
	Контроль четности на участке Оконечное оборудование—процессор	Формирование проверочных разрядов
	Посылка $ПУС_2$	Передача $ПУС_1$
Прием	Синхронизация по трактам	Обнаружение ошибок, исправление ошибок, цикловая синхронизация, обнаружение и устранение «пустых» сигналов

Предусматривается два варианта посылки «пустых» сигналов. По первому варианту «пустой» сигнал (ПУС) формируется процессором, по второму — оконечным оборудованием, если процес-

сор по каким-либо причинам не мог сформировать такой сигнал. «Пустые» сигналы в первом и втором вариантах отличаются друг от друга ($ПУС_1$ и $ПУС_2$).

Установлено, что программный способ формирования поверочных разрядов и обнаружении ошибки дороже аппаратного. Поэтому в будущих системах намечается передача этих функций оконечному оборудованию. Рассмотрим теперь отдельные части оконечного оборудования.

4.1.7. Сигнальное устройство СУ

Назначением сигнального устройства является:

— хранение передаваемой сигнальной единицы;

— параллельно-последовательное преобразование передаваемой сигнальной единицы;

— проверка передаваемой сигнальной единицы;

— посылка $ПУС_2$ при отсутствии требования на передачу;

— последовательно-параллельное преобразование принимаемой сигнальной единицы;

— хранение принимаемой сигнальной единицы;

— информация о состоянии СУ;

— образование испытательного шлейфа (без модема).

Упрощенная схема СУ приведена на рис. 4.5. Электрические параметры сигналов со стороны модема соответствуют рекомендации МККТТ V-24, т. е. ±8 В, а в сторону УП 0—4,3 В.

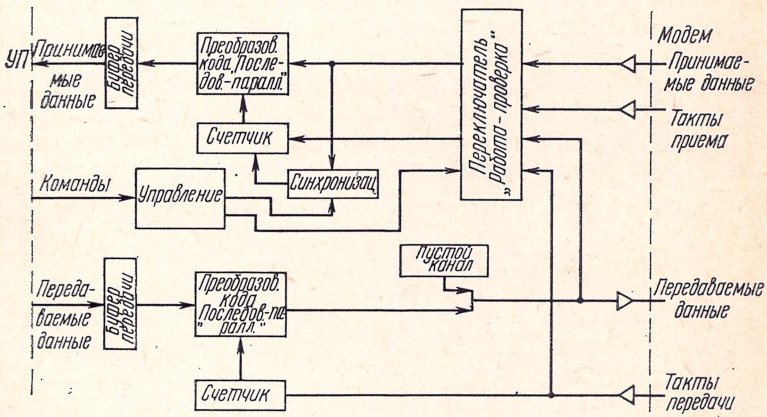


Рис. 4.5. Функциональная схема сигнального устройства СУ

4.1.8. Устройство подключения УП

Основными функциями УП является прием данных и команд, а также их распределение по отдельным сигнальным устройствам. Кроме того, УП собирает информацию о состоянии отдельных СУ и передает информацию о состояниях принимаемых данных в процессор. Со стороны шин УП оборудовано специальными приемни-

ками и передатчиками сигналов для работы по соединительному кабелю.

В качестве модема используется стандартный модем Т-2400. Его основные технические данные следующие:

— включение в канал связи — четырехпроводное;
— система модуляции — относительная фазовая;
— метод модуляции — сравнение фаз;
— скорость передачи 2400 Бод;
— входное и выходное сопротивления 600 Ом;
— напряжение сигнала со стороны станции (±8 В);
— несущая частота 1,8 кГц;
— полоса частот канала связи 0,3—3,4 кГц;
— выходной уровень 0—15 дБ;
— входной уровень 0—36 дБ.

4.1.9. Устройство контроля

Устройство контроля предназначено для оперативного контроля оконечного оборудования. Оно выполняет следующие операции:

— блокировка сигнального устройства СУ;
— установка СУ в режим контроля;
— передача операторам отдельных сигнальных единиц;
— формирование проверочных разрядов при передаче сигналов устройства контроля;
— передача испытательного сигнала;
— проверка СУ при низкой тактовой частоте;
— индикация приема и передачи отдельных сигнальных единиц;
— индикация ошибочных сигнальных единиц;
— переключение четырехпроводных каналов связи на резерв.

Обмен информацией между процессором и ОО осуществляется при помощи команд. В состав команды полностью входит передаваемая или принимаемая сигнальная единица. Команды передаются параллельным кодом.

4.1.10. Качественные показатели ОКС

Среднее время пребывания сообщения в системе ОКС определяется по формулам, приведенным в гл. 3. Расчеты проведены в предположении, что канал связи является идеальным, а число вызовов в час на один разговорный канал равно 20. Модель трафика изображена в табл. 4.3. Предполагается, что СУБ имеет первый относительный приоритет в определенные моменты времени, сигналы ответа абонента имеют приоритет перед остальными телефонными сигналами, а телефонные сигналы, в свою очередь, имеют абсолютный приоритет перед сигналами управления сетью.

На рис. 4.6 изображена зависимость среднего времени ожидания от числа разговорных каналов. На том же рисунке показана зависимость нагрузки ОКС от числа разговорных каналов.

Таблица 4.3

Модель трафика

Направление сигнала	Наименование сигнала	Число сигналов	Число сигнальных единиц на соединение
Прямое	Управление соединением (адресный)	1	3
	Переключение	1	1
	Прочие	0,25	0,25
Обратное	Занятость	0,2	0,2
	Ответ абонента (приоритетный)	0,8	0,8
	Отбой	0,5	0,5
	Освобождение	1	1
	Прочие	0,25	0,25
Итого		5	7

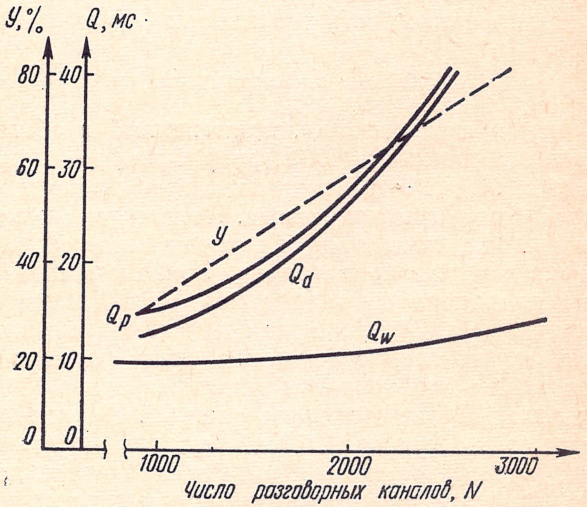


Рис. 4.6. Зависимость пропускной способности ОКС от загрузки ОКС:
Q_w — среднее время ожидания сигнала ответа станции; Q_d — среднее время ожидания сигнала управления соединением; Q_p — среднее время ожидания остальных телефонных сигналов

Поскольку время передачи сигнальной единицы равно 13,3 мс, из рис. 4.6 можно сделать вывод, что суммарное среднее время пребывания сигнала в ОКС не будет превышать 30 мс. В аварийных случаях возможно увеличение времени ожидания до 100 мс при удвоении числа обслуживаемых разговорных каналов.

4.2. Система DEX-2

4.2.1. Общая часть

Общий канал сигнализации в системе квазиэлектронной телефонной станции DEX-2, разработанной компанией NTT (Япония), является первым ОКС, примененным на местной сети для передачи сигналов управления между двумя станциями. При разработке данного ОКС компания NTT ставила перед собой следующие цели:

1. Оптимальное распределение функций между оборудованием ОКС и программой управляющей ЭВМ станции.
2. Разработка процессов технического обслуживания ОКС, таких как определение неисправностей и диагностика отдельных узлов.
3. Разработка программы ввода-вывода и сопряжение оборудования ОКС с центральным процессором.
4. Уточнение программы установления соединения и шлейфной проверки разговорного тракта.
5. Определение стоимости реализации ОКС.

4.2.2. Общая характеристика системы

Общий канал сигнализации, примененный в системе электронных телефонных станций DEX-2, разработан в соответствии с рекомендациями МККТТ с использованием системы сигнализации № 6, которая была изложена выше. Некоторые изменения по сравнению с рекомендациями МККТТ внесены в модем и способ шлейфной проверки разговорного тракта. Эти изменения объясняются тем, что на национальной телефонной сети Японии могут применяться физические двухпроводные соединительные линии.

В данной главе особое внимание будет уделено именно этим отличиям, а также особенностям технической реализации системы. ОКС системы DEX-2 приведен на рис. 4.7. Передача сигналов по ОКС ведется со скоростью 2400 Бод, как это рекомендует МККТТ, способом двукратной относительной фазовой модуляции.

Форматы сигналов и сигнальные коды выбраны в точном соответствии с рекомендациями МККТТ. Основная особенность построения сообщений в системе DEX-2 заключается в том, что восьмой разряд во втором сигнале установления соединения равен единице, как это рекомендует МККТТ для национальных сетей.

Исправление ошибок в системе ОКС DEX-2 происходит в соответствии с рекомендациями МККТТ по системе № 6. Одиннадцать сигнальных единиц объединяются в длинные блоки, которые допол-

няются специальной сигнальной единицей подтверждения. В состав сигнальной единицы подтверждения входят номера блоков, принадлежащие данной сигнальной единице, и номера блоков, на которые посылаются сигналы подтверждения. Кроме того, в случае обнаружения ошибок в канале либо в сигнале в подтверждающей сигнальной единице на соответствующем месте передается

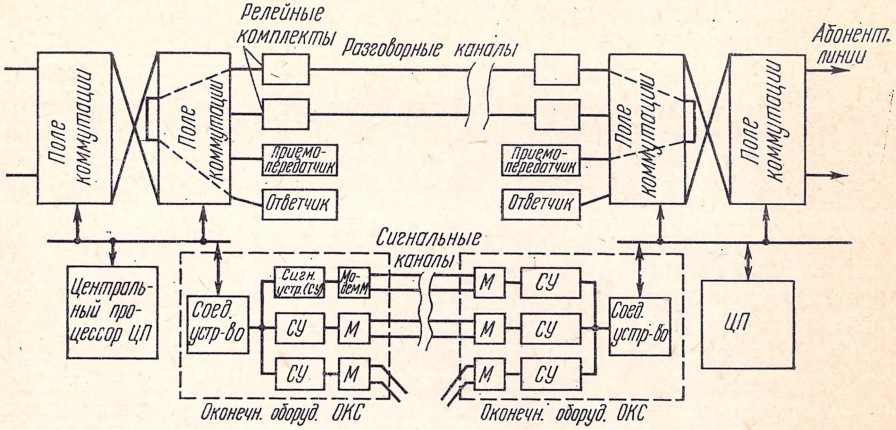


Рис. 4.7. Структурная схема ОКС системы DEX-2

сигнал «1». Искаженные сигналы повторяются в составе следующего блока.

Последние восемь или семь проверочных разрядов сигнальной единицы образованы в соответствии с правилами циклического кодирования, при этом использовались два типа образующих полиномов: X^8+X^2+X+1 — для сигналов с восемью проверочными разрядами; $X^7+X^6+X^2+1$ — для сигналов с семью проверочными разрядами. Проверочные разряды инвертируются перед передачей в линию и реинвертируются перед операцией декодирования.

Обнаружение ошибок также производится при помощи детектора пропадания несущей частоты принимаемого сигнала, который отмечает пропадание несущей на время свыше $5\pm2{,}5$ мс. Было рассчитано, что при совместном использовании 7-разрядного кода и детектора пропадания несущей вероятность появления сигнала с необнаруженной ошибкой равна 10^{-8} при вероятности ошибки в каком-либо разряде 10^{-5}.

Синхронизация аппаратуры осуществляется путем передачи специальных синхронизирующих сигнальных единиц, содержащих 16-разрядную синхропоследовательность и порядковый номер сигнала в блоке. Процедура синхронизации в точности отвечает рекомендациям МККТТ.

В системе DEX-2 прием подряд трех искаженных сигнальных единиц рассматривается как потеря синхронизации и вызывает процедуру вхождения в синхронизм. Таким образом, пропадание несущей свыше 25 мс всегда вызывает некоторую потерю синхро-

низации. Удержание синхронизации по разрядам в приемном модеме также не превышает этого времени, что приводит к упрощению приемного модема. Большие промежутки времени на приемном конце отсчитываются импульсами тактового генератора модема.

Шлейфная проверка разговорного тракта в значительной степени отличается от рекомендованной МККТТ. Применение одной сигнальной частоты 2000 Гц, как это рекомендует МККТТ, пригодно при проверке полностью четырехпроводных трактов. В системе Dex-2, где могут быть как четырехпроводные, так и двухпроводные цепи, проверки проводятся с применением двух раздельных частот — 900 Гц (f_1) и 1300 Гц (f_2). На входящей станции устанавливают приемопередатчики, которые посылают в проверяемый канал частоту f_2 и принимают частоту f_1, а на исходящей станции — ответчики, принимающие частоту f_2 и посылающие в обратном направлении частоту f_1.

Если проверка разговорного тракта из конца в конец показывает отрицательный результат, то производится проверка по участкам. Рекомендуется различать сигналы результата повторной проверки, так как это облегчает проверочную процедуру.

Хотя при применении ОКС межстанционные соединительные линии не нуждаются в комплектах соединительных линий (РСЛ), однако в системе DEX-2 такие комплекты применяются для питания цепей местных абонентов.

4.2.3. Функции, выполняемые оборудованием ОКС

Оборудование ОКС DEX-2 состоит из оконечных устройств ОКС, комплектов РСЛ, а также из приемопередатчиков и ответчиков для проверки разговорного тракта. В настоящей книге будет описано только оконечное оборудование ОКС.

При разработке оборудования ОКС для системы DEX-2 ставилась задача оптимального разделения функции между схемным (при помощи оборудования) и программным (при помощи программ, записанных в памяти центрального процессора) способами.

Схемный способ при выполнении какой-либо функции применяется при удовлетворении следующего неравенства: $n_q \leqslant H/p(p_q+m_q)$, где n_q — стоимость оборудования для выполнения q-й функции ОКС; p — общая нагрузка процессора; p_q — загрузка процессора для выполнения q-й функции ОКС; m_q — стоимость памяти процессора для реализации q-й функции.

При расчетах предполагалось, что загрузка процессора равна 90%, объем оборудования процессора — 72 000 корпусов интегральных схем И—НЕ (NAND) и m_q пренебрежимо мало. Это соответствует тому, что суммарное оборудование, содержащее 800 корпусов, эквивалентно 1% загрузке процессора.

Итоговые результаты распределения функций между оборудованием ОКС и центральным процессором приведены в табл. 4.4. В этой таблице звездочками отмечены функции, потребовавшие особенно тщательного рассмотрения.

Таблица 4.4

Распределение функций ОКС между оконечным оборудованием и процессором

Процесс	Функции оборудования (схемная часть)	Функции процессора (программная часть)
Передача	Подсчет передаваемых разрядов Запоминание сигнальной единицы Преобразование из параллельного в последовательный код Формирование поверочных разрядов	Запись в буферную память передаваемых разрядов Переспрос сигналов Подсчет переданных сигнальных единиц в блоке Подсчет переданных блоков *) Передача синхронизирующих сигнальных единиц Передача сигнальных единиц подтверждения *)
Прием	Подсчет принимаемых двоичных разрядов Запись принятой сигнальной единицы в буферной памяти Преобразование из последовательного кода в параллельный Синхронизация сигнальных единиц Детектор несущей частоты Проверка на соответствие коду *) Подсчет принятых сигнальных единиц *) в блоке Устранение принятых синхронизирующих сигнальных единиц	Подсчет принятых блоков Синхронизация по блокам Распознавание потери синхронизации Передача противоположной станции данных о потере синхронизации Анализ сигнальных единиц подтверждения Образование сигнальных единиц подтверждения *) Обнаружение неисправности канала связи *)

*) Функция требует особенно тщательного рассмотрения.

Реализация программных вариантов циклического кодирования и декодирования эквивалентна приблизительно 2000 корпусам. Аппаратурная реализация при этом требует только 80 корпусов, что указывает на экономичность схемного способа.

Далее было установлено, что программный способ формирования сигнальных единиц синхронизации эквивалентен 130 корпусам. В то же время формирование синхронизирующих сигнальных единиц требует 20 корпусов непосредственно для формирования и 40 корпусов для вспомогательных счетных схем. Кроме того, значительно усложняется процедура обмена между процессором и оконечным оборудованием при передаче. Таким образом, схемный

способ формирования и передачи синхронизирующих сигнальных единиц более предпочтителен.

На приемной стороне выделение синхронизирующих сигнальных единиц также предпочтительнее производить схемным методом.

Анализ сигналов подтверждения невозможно осуществить схемным методом, так как при этом необходимо обращение к памяти центрального процессора. Программная реализация анализа этих единиц легко осуществима.

Особо должен быть рассмотрен вопрос обнаружения неисправности канала. МККТТ рекомендует следующие критерии для оценки неисправности канала: 100% сигнальных единиц имеют ошибки в течение 350 мс; 20% сигнальных единиц имеют ошибки в течение 30 с.

Обнаружение неисправности канала производится программным методом. Если сигнальная единица принимается с ошибкой, то в специальный счетчик прибавляется число 85, если без ошибок, то из показаний вычитается число 20. Когда в счетчике накопится число, равное 2650, происходит сигнализация о неисправности канала. Этот способ может быть иначе выражен следующей формулой: $y=2650/105\cdot 1/x+20/105$, где y — число ошибок в единицу времени; x — число принятых сигнальных единиц.

4.2.4. Состав оконечного оборудования ОКС

Функциональная схема оконечного оборудования ОКС представлена на рис. 4.8. Основной комплект оборудования используется для подключения по параллельным шинам разделения на

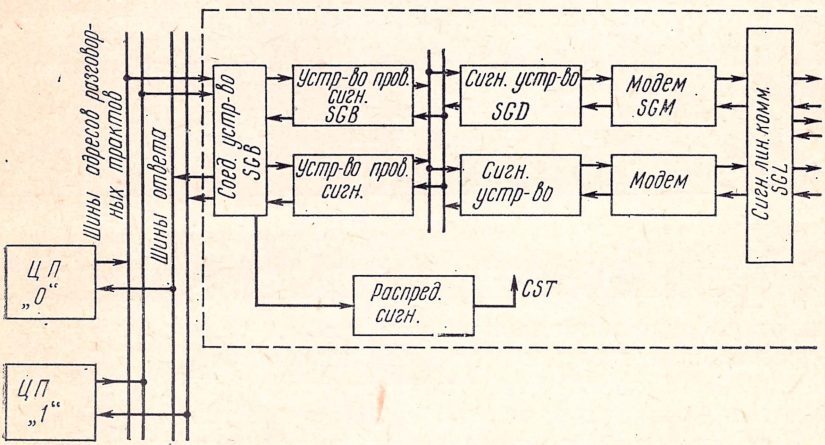


Рис. 4.8. Структурная схема оконечного оборудования ОКС

две группы: шин адресов разговорных трактов (Speech Path Adress Bus — SPAB) и шины ответа (SPWB).

Оборудование состоит из:

— сигнального модема (Signalling Modem — SGM) с двукратной относительной фазовой манипуляцией на скорость 2400 Бод;

— сигнального устройства (Signalling Device — SGD), выполняющего вспомогательные схемные функции;

— устройства проверки сигналов (Signalling controller — SGC), проверяющего правильность информации на участке процессор—сигнальное устройство. Это устройство является общим для группы модемов;

— соединительного устройства (Bus connector — SGB) для соединения шин адресов и ответов к устройству проверки сигналов;

— распределителя сигналов (Signal distributor — SGD) для распределения вспомогательных сигналов внутри оконечного оборудования;

— сигнального линейного коммутатора (Signalling line switch) для подключения линии связи к модемам.

Формат информации, передаваемой из центрального процессора через шины адресов разговорных трактов, показан на рис. 4.9.

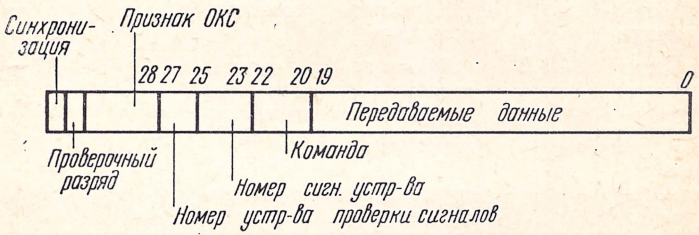


Рис. 4.9. Формат сообщений ОКС

По шинам *20—22* передается команда оконечному оборудованию, на которую последнее отвечает по шинам ответа. Перечень команд приведен в табл. 4.5.

Хотя число ответных шин также равно 32, обычно используется только 25. В нормальном состоянии используются три команды: «прочитать», «передать» и «проверка нормального состояния». По команде «прочитать» по шинам ответа передаются принятая сигнальная единица (без проверочных разрядов), номер сигнальной единицы в блоке и указатель наличия синхронизма.

По команде «передать» оконечное оборудование считывает с сигнальных шин передаваемую информацию, кодирует ее и передает в линию связи. По команде «проверка нормального состояния» на шинах ответа помещается информация о наличии ошибок в принятых сигналах и о наличии запросов на передачу и на прием. Эта информация может передаваться одновременно для восьми каналов ОКС. По команде «установить синхронизацию» в оконечное оборудование передается сигнал о том, что блок из 12 сигналов принят и счетчик принятых сигнальных единиц должен быть установлен в исходное положение. Остальные команды являются командами уточнения состояния и проверочными.

Таблица 4.5

Перечень команд оконечному оборудованию

Наименование команды	Мнемоника команды	Значение команды	№ сигнального устройства	Передача данных	Ответ
Прочитать сигнал	SRI	Прочитать принятый сигнал и показания счетчика принятых сигналов	+	—	+
Передать сигнал	SSO	Передать сигнальную единицу из процессора к сигнальному устройству	+	+	—
Установить синхронизм	SRY	Установить триггер синхронизации в сигнальном устройстве	+	—	—
Проверить нормальное состояние	NMS	Прочитать состояние устройства ввода-вывода	—	—	+
Уточнить состояние модификации	MMA	Прочитать уточненное состояние	+	—	+
Уточнить состояние модификации	MMB	Прочитать уточненное состояние (устройство проверки сигналов, распределитель сигналов)	+	—	+
Возвратить последовательность	RTA	Послать диагностическую последовательность из сигнального устройства (1010 10)	+	—	+
Возвратить последовательность	RTB	Послать диагностическую последовательность из сигнального устройства (0101 01)	+	—	+

На рис. 4.10 показана функциональная схема сигнального устройства. Для проверки кодирующего и декодирующего устройств служит специальная система контроля. При необходимости проконтролировать кодирующее и декодирующее устройства (кодер и декодер) их соединяют непосредственно друг с другом по команде от распределителя сигналов, затем из процессора считается сигнальная информация, а на кодер и декодер подаются по двадцать тактовых импульсов. После этого состояния кодера и декодера должны считаться одинаковыми, при исправности приборов.

Функциональная схема сигнального линейного коммутатора изображена на рис. 4.11. Каждый модем соединяется с линией через контакт «местного» реле. В случае неисправности данного ОКС резервный канал связи этого направления подключается к резервному модему через «реле перехода на резерв». Резервный модем является общим для нескольких направлений.

Объем оконечного оборудования ОКС является следующим:

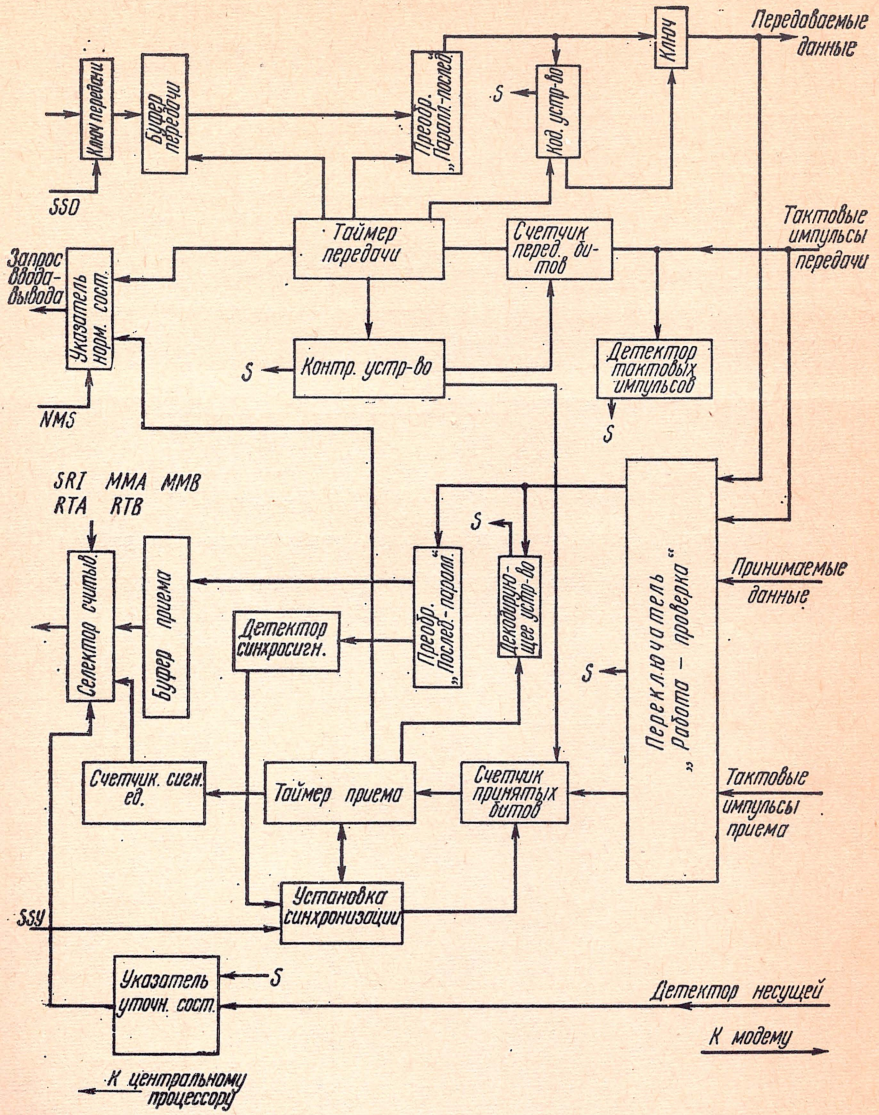


Рис. 4.10. Структурная схема сигнального оборудования

— сигнальный модем — 300 корпусов микросхем;
— сигнальное устройство — 1100 корпусов;
— устройство проверки сигналов — 1200×2 корпусов;
— соединительное устройство — 140×2 корпусов;
— распределитель сигналов — 460 корпусов.

Таким образом, схемная часть реализации ОКС в системе Dex-2 требует примерно 2000 корпусов на одно направление ОКС.

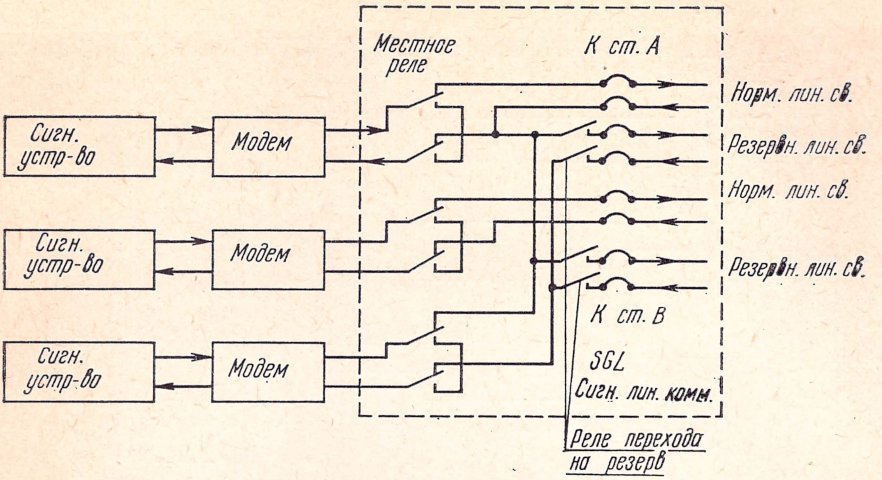


Рис. 4.11. Сигнальный линейный коммутатор

4.2.5. Программы центрального процессора, необходимые для работы ОКС

Построение программы для обслуживания нормальных соединений приведено на рис. 4.12. Эта программа называется системой программы DEX-201 и является составной частью системы про-

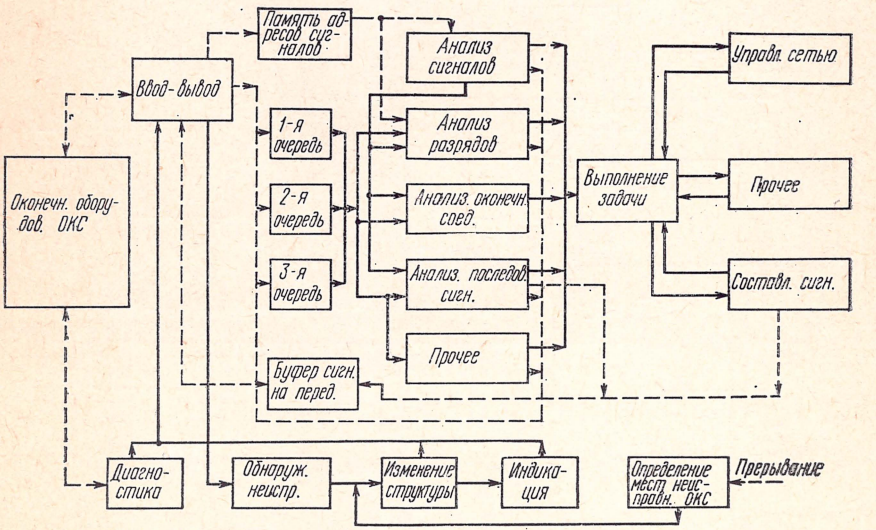


Рис. 4.12. Организация программ ОКС в центральном процессоре:
— — — — — — информация; ———— управление

грамм DEX-200. Для работы ОКС предусматриваются следующие программы.

Программа ввода-вывода сигналов. По этой программе происходит передача сигналов в оконечное оборудование

и анализ очереди сигналов на передачу. Сигналы номера вызываемого абонента посылаются в специальную память. В процессе передачи и приема также формируются слова проверки нормального состояния канала и счетчика ошибочно принятых сигналов. Правильный прием телефонных сигналов передает управление программе анализа сигналов. Центральный процессор периодически обращается к оконечному оборудованию через каждые 8 мс. Обращение начинается посылкой команды «проверить нормальное состояние» и затем в зависимости от наличия запросов на передачу или прием происходит либо передача, либо считывание сигналов.

Поскольку время передачи сигналов 11,67 мс, то данная программа должна быть выполнена за время 11,67—8=3,67 мс.

Программа анализа сигналов. По этой программе выполняется текущая проверка правильности приема сигналов, а также проверка того, приходят ли сигналы в правильной последовательности. Эта программа может определять неправильные сигналы.

Программа составления сигналов. Эта программа формирует сигналы для передачи и передает их в буферную память. Имеется регистрация перегрузки буферной памяти.

Программа анализа оконечного соединения. По этой программе анализируется состояние абонента. Когда оконечное соединение устанавливается через ОКС, программа определяет занятость или свободность абонента и передает эти состояния в передающий буфер.

Программа обнаружения неисправности. В случае обнаружения неисправности эта программа определяет место неисправности (оконечное оборудование или канал связи) и подготавливает данные для команды изменения структуры системы.

Программа изменения структуры системы. По этой программе выполняется изменение конфигурации системы и в случае необходимости система переходит на резервное оборудование.

Программа индикации. В случае изменения конфигурации системы эта программа выводит на печать данные об изменении. Если невозможно добиться работоспособности изменением конфигурации, то разговорные цепи, обслуживаемые данным ОКС, блокируют и это состояние также выводится на печать. Программа обеспечивает начало работы ОКС и вхождение в связь.

Диагностическая программа. По этой программе определяется место неисправности в оконечном оборудовании. При необходимости можно измерить состояние системы в реальном масштабе времени и провести операции ввода-вывода.

* * *

Помимо перечисленных выше программ, имеются также и другие. Объем программ следующий:

программа ввода-вывода сигналов — 1300 слов;

программа анализа сигналов — 750 слов;

программа составления сигналов — 200 слов.
программа анализа оконечного соединения — 60 слов;
программа анализа других сигналов — 220 слов;
программа обнаружения неисправности — 220 слов;
программа изменения конфигурации системы — 1000 слов;
программа индикации — 450 слов;
диагностическая программа — 1600 слов;
прочие программы — 1000 слов.

Всего — 7500 слов.

4.2.6. Оценка надежности системы

При оценке надежности системы было принято, что поток отказов от одного корпуса интегральной схемы равен 50. Итоговые данные приведены на рис. 4.13. Дублирование ОКС позволяет

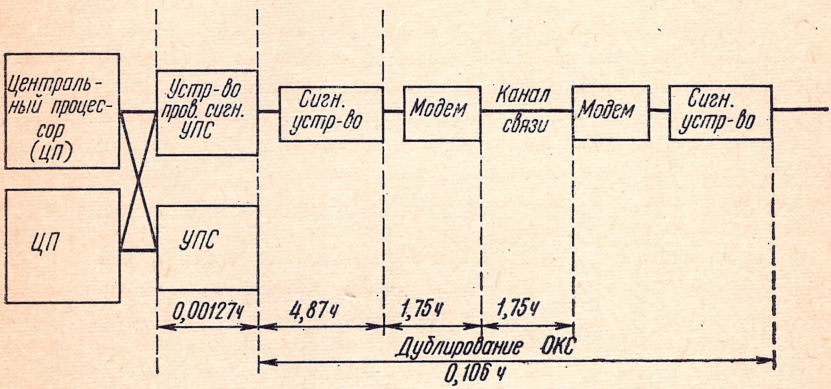


Рис. 4.13. Распределение времени простоя оборудования ОКС за 20 лет (в часах)

свести время простоя ОКС до величины примерно 0,1 часа в течение 20 лет. Предполагается, что модемы и сигнальные устройства имеют постоянное соединение, а каналы связи переключаются при помощи сигнального коммутатора.

4.2.7. Задержка сигналов в очереди на передачу

Задержка сигналов в очереди на передачу рассчитывается по формулам, рекомендованным МККТТ. Эти формулы приведены в гл. 3. На рис. 4.14 приведена зависимость среднего времени задержки от нагрузки ОКС. На второй оси абсцисс того же графика отложено число разговорных цепей, создающих данную нагрузку. Предполагается, что каждая разговорная цепь обслуживает в час 15 вызовов. Видно, что 1500 разговорных цепей обслуживаются с задержкой сигналов порядка 20 мс. Это свидетельствует о высокой пропускной способности и эффективности данной системы.

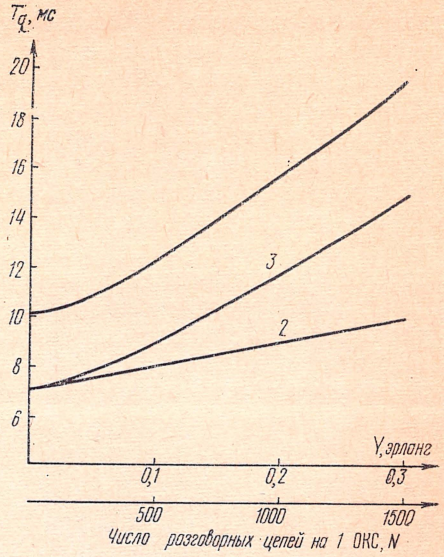


Рис. 4.14. Среднее время задержки сигналов в очереди на передачу

4.3. Система «Перикл»

4.3.1. Общая часть

В результате проведенных работ по созданию семейства экспериментальных АТС типа «Сократ», «Артемида», «Аристотель», «Платон» Министерство связи Франции, Научно-исследовательский центр связи CNET и фирма «Socotel» разработали общие требования к коммутационной системе, которая будет внедряться во Франции в 70-х годах. Эти требования получили название проекта «Перикл».

Основной идеей при построении сети согласно проекту «Перикл» является разделение функций отдельных станций. Предусматривается создание центров обработки информации, эксплуатации и управления сетью, которые соединяются общими каналами сигнализации со станциями. Поскольку в самих станциях будет применено программное управление, то между ними планируется создание ОКС. Таким образом, ОКС в системе «Перикл» следует не только для передачи телефонных сигналов, но также и для передачи другой информации, нуждающейся в централизованной обработке (например, начисление оплаты за разговор), и ее распределения по периферийным пунктам.

4.3.2. Построение сети ОКС

Сеть ОКС в системе «Перикл» строится в виде двух различных модификаций применительно к оконечной и транзитной частям телефонной сети. Оконечная часть сети в системе «Перикл» объ-

единяет городские телефонные станции и узлы, а транзитная — департаментские, окружные и т. п. транзитные станции. Состав информации и само оборудование на оконечных участках сети должны быть максимально упрощены, поэтому на этих участках принят связанный способ построения сети.

В транзитной части сети применяется квазисвязанная структура, поскольку там имеется большое число мелких пучков каналов, что делает невыгодным чисто связанный способ построения сети. В этой части сети линейные телефонные сигналы обычно просто ретранслируются в транзитных пунктах. Однако между транзитными пунктами предусматривается обмен сигналами эксплуатационного характера, такими, как «определение оптимального направления обмена», «управление сетью», «наблюдение за трафиком» и т. д.

4.3.3. Форматы сигнальных единиц

Форматы сигнальных единиц, передаваемых по оконечной части, представлены на рис. 4.15*а*. Первые десять разрядов представляют собой информационную часть сигнала. Из них три разряда

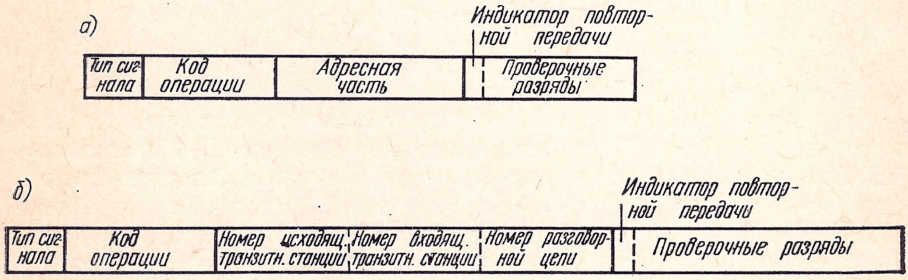


Рис. 4.15. Форма сигнальных единиц в системе ОКС:
а) формат сигнальных единиц на оконечных участках сети; *б)* формат сигнальных единиц на транзитных участках сети

образуют тип сигнала, остальные семь обозначают код операций или сам сигнал. Адресная часть содержит десять разрядов. Один разряд является указателем повторной передачи этого сигнала. Последние восемь разрядов являются проверочными.

Форматы сигнальных единиц, передаваемых на транзитных участках сети, представлены на рис. 4.15*б*. Информационная часть содержит одиннадцать разрядов. Из них три определяют тип сигнала, восемь — код операции. Адресная часть содержит коды адреса исходящего транзитного узла, адреса входящего транзитного узла и номера разговорного канала в пучке, соединяющего эти два транзитных узла. Каждая часть содержит по семь двоичных разрядов.

В случае передачи больших объемов информации, например, при установлении соединения, могут передаваться две сигнальные

единицы последовательно, причем первая и вторая единицы характеризуются разными кодами в первых трех разрядах. Такой случай предусматривается как на оконечных, так и на транзитных участках сети.

4.3.4. Способ передачи сигналов по линии

В системе «Перикл» предусматривается стандартный синхронный способ передачи со скоростью 2400 Бод. Для поддержания синхронизации в паузах между передачей телефонных или других сигналов по каналу передаются специальные «пустые» сигналы, структура которых приведена на рис. 4.16*а* (для транзитных участков сети).

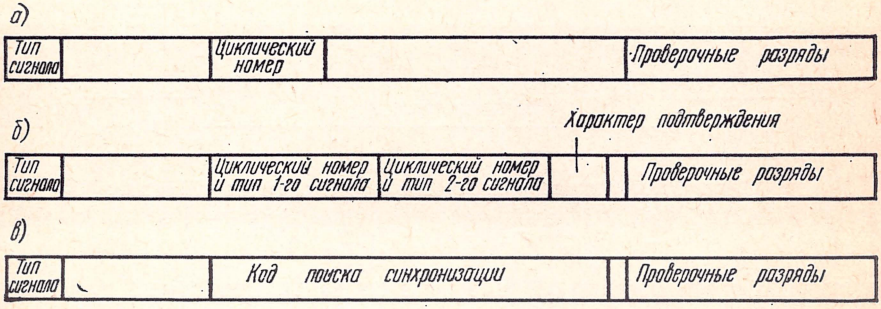


Рис. 4.16. Формат сигнальных единиц системы ОКС:
а) пустая сигнальная единица; *б)* сигнальная единица подтверждения; *в)* сигнальная единица поиска синхронизации

Повышение достоверности осуществляется методом решающей обратной связи. Все сигналы имеют циклическую нумерацию по модулю $2^6=64$, причем в явном виде циклические номера передаются только в составе «пустых» сигналов. На передающем конце посланные в линию сигналы хранятся в буферном запоминающем устройстве до тех пор, пока на них не придет сигнал подтверждения. При отсутствии сигнала подтверждения в течение заданного времени производится повторная передача. На приемном конце в случае правильного приема в обратную сторону передается сигнал подтверждения, содержащий циклический номер подтверждаемого сигнала. Этот сигнал может посылаться при приеме двух сигналов. Пустые сигналы не требуют подтверждения. Если число ошибок становится недопустимо велико, посылается сигнал нарушения синхронизации. Сторона, принявшая эти сигналы, посылает в ответ такие же точно сигналы, прием которых свидетельствует о восстановлении связи. Если синхронизация не устанавливается в течение определенного времени, происходит переход на резервный канал. Форматы сигнальных единиц подтверждения нарушения синхронизации приведены на рис. 4.16*б* и *в* (для транзитных участков сети).

4.3.5. Оборудование ОКС

Функциональная схема системы ОКС представлена на рис. 4.17. Назначение отдельных функциональных узлов следующее. Модем осуществляет преобразование последовательных посылок постоян-

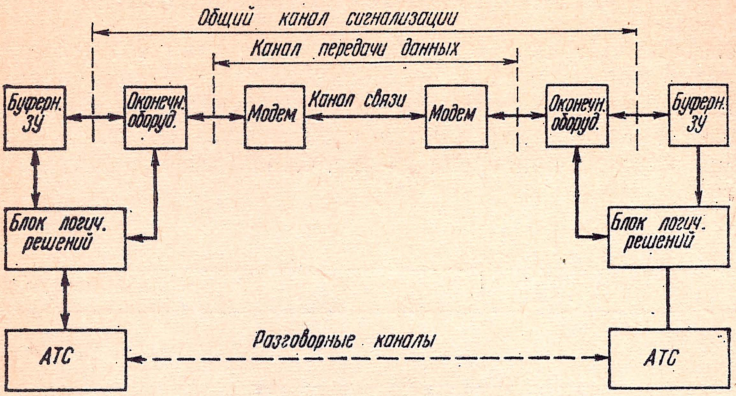


Рис. 4.17. Функциональная схема ОКС системы «Перикл»:
кривая *1* — сигналы установления соединения; кривая *2* — сигнал ответа абонента; кривая *3* — другие телефонные сигналы

ного тока в фазоманипулированные сигналы, пригодные для передачи по каналу связи и обратно. Модемы совместно с линией связи образуют канал передачи данных.

Оконечное оборудование преобразует сигналы, передаваемые из буферного ЗУ в параллельном коде, в последовательный код на передаче. Оно же осуществляет обратное преобразование на приеме. При передаче оконечное оборудование формирует проверочные разряды и производит кодовую проверку при приеме. Кроме того, из оконечного оборудования передаются сигналы подтверждения приема и контролируется цикловая синхронизация.

Буферное ЗУ состоит в основном из четырех зон, в которых записываются следующие сигналы:

— сигналы, подлежащие передаче, переданные устройству принятия логических решений;

— переданные в оконечное оборудование сигналы, на которые еще не получено подтверждение;

— принятые сигналы, признанные правильными, но принадлежащие к группе неразличимых (двойных сигналов);

— принятые правильно одиночные сигналы, ожидающие очереди для устройства.

Назначением блока логических решений является в основном передача сигналов от регистров в буферное ЗУ и обратно. Кроме того, оно посылает в буферное ЗУ импульсы, управляющие стиранием правильно переданных сигналов. Буферное ЗУ и устройство логических решений не оперируют только с адресной и информационной частями сигналов.

4.3.6. Состав сигналов и процесс установления соединения

В зависимости от значимости сигналы, передаваемые по ОКС, разделяются на следующие категории:

а) сигналы занятия, отбоя и освобождения;

б) сигналы управления соединением;

в) эксплуатационные сигналы, т. е. сигналы о начислении оплаты на разговор, направлении обмена, требовании выбрать обратное направление и т. д.;

г) сигналы управления сетью;

д) служебные сигналы передачи данных (сигналы подтверждения и переспроса).

Особенностью процесса установления соединения является предварительная посылка сигнала занятия определенной соединительной линии. Предполагается, что посылка такого сигнала позволит уменьшить вероятность «двойного занятия» двусторонней соединительной линии. Под двойным занятием подразумевается случай, когда две станции занимают одновременно одну и ту же линию под исходящее соединение. В этом случае одна из станций всегда имеет приоритет для исходящего соединения в данной точке. Поэтому при необходимости занятия линии, на которую такой сигнал уже поступил, станция, обладающая приоритетом, может послать на противоположную станцию сигнал занятия, прием которого указывает неприоритетной станции на необходимость выбора другой линии. Станция, принявшая сигнал занятия в том случае, если она готова продолжить процесс установления соединения, посылает сигнал «подтверждение занятия». Прием этого сигнала означает, что исходящая станция может передавать сигналы управления соединением, например, номер вызываемого абонента. После установления соединения и разговора абонентов прекращение соединения осуществляется обменом обычных сигналов «разъединение» и «освобождение».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Колин К. К., Липаев В. В.** Проектирование алгоритмов управляющих ЦВМ. М., «Советское радио», 1970, с. 8—12.
2. **Морев В. Л.** Элементы теории передачи дискретных сообщений по неоднородному каналу связи. В кн.: «Сборник научных трудов ЦНИИС», 1971, № 5, с. 35—42.
3. **Васильченко А. И., Морев В. Л., Юнаков П. А.** Расчет параметров очереди дискретных сообщений на входе неоднородного канала связи. В кн.: «Сборник научных трудов ЦНИИС», 1971, № 5, с. 31—40.
4. CCITT. Whitebook, vol YI, Part XIY. Specifications of Signalling System № 6. Geneva 1972, с. 1—150.
5. **Максимов Г. З., Пшеничников А. П.** Телефонная нагрузка местных сетей связи. М., «Связь», 1969, с. 35—98.
6. **Васильченко А. И.** Функция распределения времени ожидания в системе передачи данных с переспросом, работающей в асинхронном режиме. В кн.: «Сборник научных трудов ЛОНИИС», 1972, вып. 3, с. 50—56.
7. **Васильченко А. И.** Время пребывания последовательности сообщений в системе передачи данных с переспросами, работающей в аритмичном режиме. В кн.: «Сборник научных трудов ЦНИИС», 1972, вып. 4, с. 5—10.
8. **Козлов Б. А., Ушаков И. А.** Справочник по расчету надежности радиоэлектронной аппаратуры. М., «Советское радио», 1966, 220 с.
9. **Нечипоренко В. И.** Структурный анализ и методы построения надежных систем. М., «Советское радио», 1968, 125 с.
10. **Морев В. Л.** О вероятности безошибочной передачи блока цифровой информации по каналу связи с импульсными помехами. В кн.: «Сборник трудов НИТС», 1964, № 13, с. 43—49.
11. **Жарков М. А., Юнаков П. А.** К вопросу о надежности сети общих каналов сигнализации. В кн.: «Сборник научных трудов ЦНИИС», 1972, № 1, с. 64—69.
12. **Урм Э. Э.** Определение формата сообщения в системе передачи сигналов по общему каналу сигнализации. В кн.: «Сборник научных трудов ЦНИИС», 1973, № 1, с. 95—103.
13. **Жарков М. А.** Система сигнализации по общему выделенному каналу. В кн.: «Сборник научных трудов ЦНИИС», 1970, № 3, с. 66—79.
14. Akumaru H., Takeda H., Abe M. «Common Channel Signaling System for DEX-2 Electronic Switching Sistem». Review of the Electrical Communication laboratory. Vob. 17, N 11, Nov. 1969.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3
Введение 4

Глава 1. **Основные направления в развитии систем телефонной сигнализации** 6

1.1. Общая часть 6
1.2. Эволюция систем телефонной сигнализации 7
1.3. Характеристика и преимущества общего канала сигнализации ОКС 12
1.4. Принципы построения и действия системы сигнализации № 6 МККТТ 15
1.4.1. Функционирование системы № 6 15
1.4.2. Форматы и коды сигнальных единиц 21
1.4.3. Сигналы управления системой сигнализации 26
1.4.4. Управляющие сигналы 27
1.5. Особенности установления соединения 28
1.5.1. Общие принципы 28
1.5.2. Проверка исправности разговорного тракта 29
1.5.3. Вторичная проверка исправности разговорного тракта . 30
1.5.4. Сигнал принятия всей номерной информации 31
1.5.5. Сигнал «номерная информация принята не полностью» . 32
1.5.6. Перегрузка на коммутируемой сети 32
1.5.7. Сигналы о состоянии вызываемой абонентской линии . . 33
1.5.8. Непрохождение вызова 35
1.5.9. Анализ цифровой информации для определения направления 35
1.5.10. Двойное занятие при двустороннем использовании каналов 36
1.5.11. Последозательность сигналов блокировки и разблокировки 37
1.6. Контроль исправности разговорного тракта 38

Глава 2. **Передача сигналов по ОКС** 40

2.1. Методы передачи сигналов по каналам тч и физическим линиям 40
2.2. Повышение достоверности передачи в системе № 6 МККТТ . 42
2.3. Кодонезависимый способ повышения достоверности по Рекомендациям МККТТ V-41 44
2.3.1. Общая часть 44
2.3.2. Процесс кодирования и проверки 44
2.3.3. Указание последовательности блоков 45
2.3.4. Последовательность передачи данных 45
2.4. Система сигнализации ОКС, ориентированная на передачу знаков и бит с переменной длиной информационного блока . . . 46
2.4.1. Организация системы 46
2.4.2. Определение и порядок использования знаков управления передачей 47
2.4.3. Определение формата сообщений 48
2.5. Процедура управления двусторонним одновременным переносом информации в системе ОКС 49
2.6. Команды и ответы, используемые в системе ОКС 50

Глава 3. **Качественные показатели ОКС** 53

3.1. Характеристические параметры 53
3.2. Задержка сообщений 53

3.3. Надежность ОКС 59
3.4. Потери в системе 63
3.5. Время установления соединения 65

Глава 4. Некоторые примеры реализации ОКС 67

4.1. Система DEX-1 67
4.1.1. Общая часть 67
4.1.2. Форматы сигнальных единиц и коды сигналов . . . 67
4.1.3. Способ повышения достоверности 68
4.1.4. Синхронизация 70
4.1.5. Процедура установления соединения 70
4.1.6. Построение оборудования 71
4.1.7. Сигнальное устройство СУ 73
4.1.8. Устройство подключения УП 73
4.1.9. Устройство контроля 74
4.1.10. Качественные показатели ОКС 74
4.2. Система DEX-2 76
4.2.1. Общая часть 76
4.2.2. Общая характеристика системы 76
4.2.3. Функции, выполняемые оборудованием ОКС 78
4.2.4. Состав оконечного оборудования ОКС 80
4.2.5. Программы центрального процессора, необходимые для работы ОКС 84
4.2.6. Оценка надежности системы 86
4.2.7. Задержка сигналов в очереди на передачу 86
4.3. Система «Перикл» 87
4.3.1. Общая часть 87
4.3.2. Построение сети ОКС 87
4.3.3. Форматы сигнальных единиц 88
4.3.4. Способ передачи сигналов по линии 89
4.3.5. Оборудование ОКС 90
4.3.6. Состав сигналов и процесс установления соединения . . 91
Список литературы 92

Жарков Михаил Александрович,
Морев Владимир Леонидович,
Стоянов Михаил Николаевич,
Урм Эрнст Эрихович,
Юнаков Павел Александрович

СИСТЕМЫ ТЕЛЕФОННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ПО ОБЩЕМУ КАНАЛУ (СИСТЕМЫ ОКС)

Редактор Т. А. Батракова
Техн. редактор Г. И. Колосова
Корректор М. Х. Механик

Сдано в набор 22/VII 1974 г. Подп. в печ. 4/XII 1974 г.
Т-19042 Формат 60×90/16 Бумага писч. № 2 6,0 усл.-п. л. 6,15 уч.-изд. л.
Тираж 4500 Изд. № 16015 Зак. изд. № 201 Цена 32 коп.
Издательство «Связь», Москва 101000, Чистопрудный бульвар, д. 2

Типография издательства «Связь» Госкомиздата СССР.
Москва 101000, ул. Кирова, д. 40

В издательстве «Связь»
в ближайшее время выходят книги:

Системы передачи сообщений (пер. с англ.),
Иванова О. Н., Попова А. Г., Соловой Ю. В. Управляющие устройства квазиэлектронных коммутационных узлов.

Довидовская Т. Т., Липец И. И., Селиванов А. С. Аппаратура частотно-временного телеграфирования

Мартин Д. Сети связи и ЭВМ (пер. с англ.)

Шварцман В. О., Михалев Д. Г. Расчет надежностных характеристик трактов передачи данных.

К сведению читателей

С 1975 г. издательство «Связь» начинает выпускать периодический (2—3 раза в год) научно-технический сборник Министерства связи СССР «Вычислительные средства в технике и системах связи».

Сборник имеет постоянные разделы: теория, техника, математическое обеспечение, обмен опытом, информация.

Сборник издается для инженеров и научных работников связи, но будет интересен также студентам, аспирантам и преподавателям вузов связи.

Статьи следует направлять по адресу: Москва, 101000, Чистопрудный бульвар, д. 2, издательство «Связь», сборник «Вычислительные средства в технике и системах связи».

Цена 32 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «СВЯЗЬ»